This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

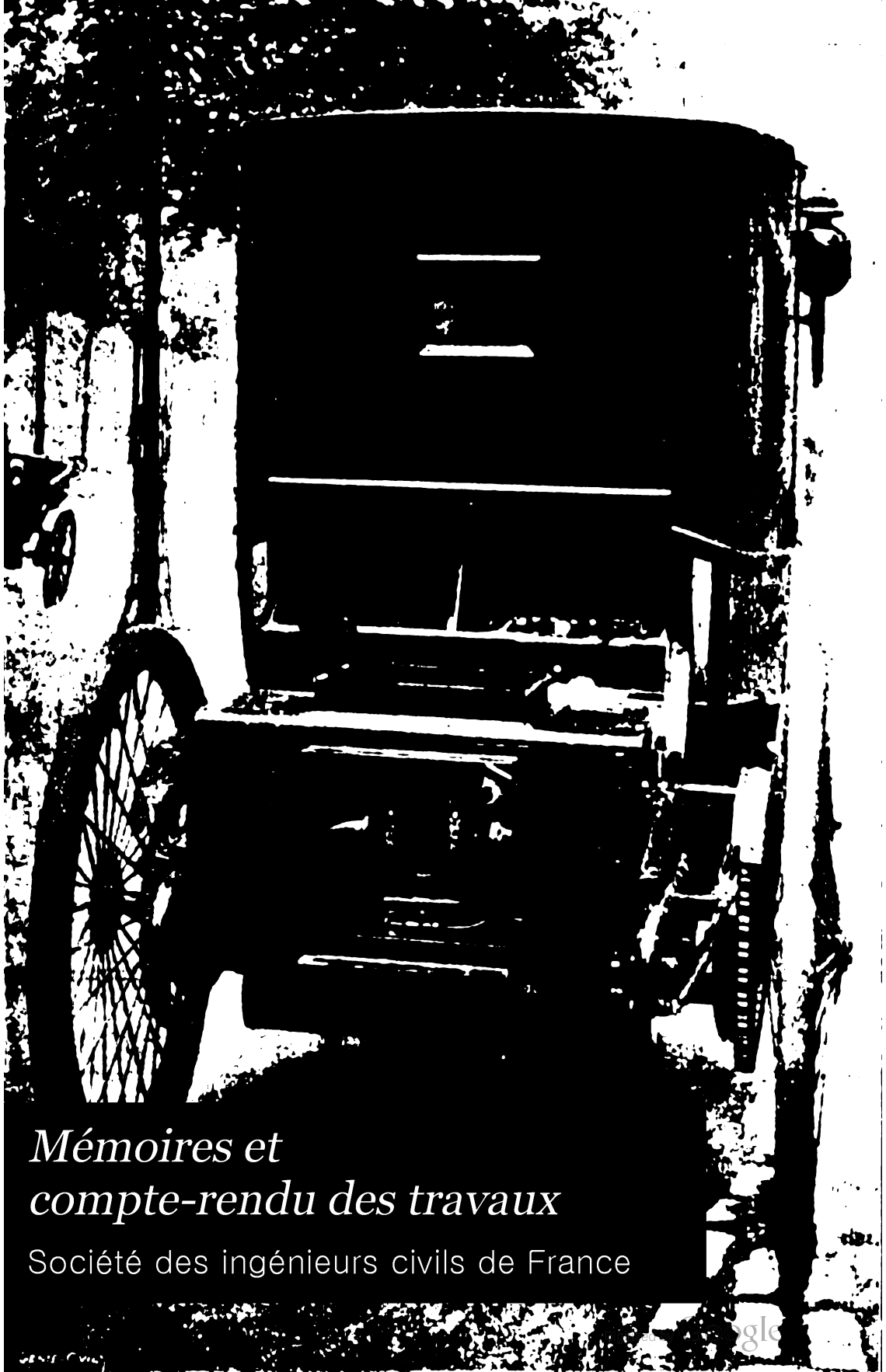
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



# *Mémoires et compte-rendu des travaux*

Société des ingénieurs civils de France

Digitized by Google

Sci
1480
134

KF2078

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# SOCIÉTÉ

DES

# INGÉNIEURS CIVILS

## DE FRANCE

**ANNÉE 1898**

Digitized by Google

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le ***Bulletin***.

Digitized by Google

# MÉMOIRES

ET

# COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

# SOCIÉTÉ

DES

# INGÉNIEURS CIVILS

# DE FRANCE

FONDÉE LE 4 MARS 1848

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 22 DÉCEMBRE 1860

---

**ANNÉE 1898**

TROISIÈME VOLUME

---

PARIS

**HOTEL DE LA SOCIÉTÉ**

19, RUE BLANCHE, 19

1898

Digitized by Google

KF2078

HARVARD COLLEGE
FEB 16 1922
LIBRARY

DEGRAND FUND

Digitized by Google

# MÉMOIRES

ET

# COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

---

# BULLETIN

D'OCTOBRE 1898

---

**N° 10.**

---

Sommaire des procès-verbaux contenus dans le bulletin d'octobre 1898 :

*(a)* Sommaire des procès-verbaux des 1er et 22 juillet 1898.

1° *Automobiles* (Les), par M. E. Diligeon (Séance du 1er juillet), page 31 ;

2° *Automobiles* (La vapeur, le pétrole et l'électricité dans les), par M. R. Soreau (Séances des 1er et 22 juillet), pages 31 et 35 ;

3° *Bureaux et bibliothèques de la Société seront ouverts pendant les vacances, de 9 heures à midi et de 1 h. 1/2 à 5 heures* (Avis que les) (Séance du 22 juillet), pages 35 ;

4° *Canal de Tehuantépec à la frontière du Guatemala* (Creusement d'un). Communiqué de M. le Ministre des Travaux publics (Séance du 1er juillet), page 27 ;

5° *Catastrophe de la Bourgogne.* Observation sur la construction et le compartimentage des coques des grands navires actuellement en service, par M. E. Duchesne, et observations de M. Bertin, directeur des Constructions navales, chef du Service technique au Ministère de la Marine (Séance du 22 juillet), page 35 ;

6° *Collection d'instruments de mesure pour faciliter les recherches* (Demande de M. W. Grosseteste, qu'il soit établi au siège de la Société une) (Séance du 1er juillet), page 27 ;

7° *Concours de 1898* (Programme de la Société Industrielle du nord de la France pour le) (Séance du 1er juillet), page 27 ;

Digitized by Google

8° *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (Invitation de M. le Président des 3e et 4e sections du) (Séance du 1er juillet), page 27;

9° *Congrès d'hydrologie, de climatologie et de géologie, à Liège, du 25 septembre au 3 octobre 1898* (Séance du 22 juillet), page 34;

10° *Décès* : de MM. F. Bauer, G. Engelmann, P. Garnier, E. Schwartzweber, A. Pollok (Séances des 1er et 22 juillet, pages 25 et 32;

11° *Décorations* (Séances des 1er et 22 juillet), pages 25 et 33;

12° *Don de 50 f fait à la Société par M. Alfred Chevalier* (Séance du 1er juillet), page 26;

13° *Exposition à La Haye, le 9 juillet 1898* (Séance du 1er juillet), page 27;

14° *Fiacres automobiles* (Rapport sur le concours des) par M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées G. Forestier) (Séance du 1er juillet), page 31;

15° *Hommage à M. le Président A. Loreau* (Médaille d'or). — Allocution de M. le sénateur F. Reymond. — Réponse de M. le Président Loreau (Séance du 1er juillet), pages 27 et 29;

16° *Lettre de M. Léon Appert au sujet du décès de M. A. Pollok* (Séance du 22 juillet), page 32;

17° *Membres nouvellement admis* (Séances des 1er et 22 juillet), pages 22, 31 et 38;

18° *Nominations* :

De MM. J. Bocquin, C. Cavallier, A. Droit, A. Egrot, Ch. Lorilleux, P. Maunoury, E. Turbot, comme conseillers du commerce extérieur (Séances des 1er et 22 juillet), pages 25 et 33;

De MM. H. Couriot, P. Decauville, F. Delmas, F. Reymond, comme membres du Conseil supérieur de l'Enseignement technique (Séance du 1er juillet), page 25;

De MM. A. Simon (Cl. 19), J. Bocquin (Cl. 55), Dorémieux (Cl. 65), Fourchotte (Cl. 75), J. Coignet (Cl. 87), comme membres des Comités d'admission de l'Exposition de 1900 (Séance du 1er juillet), page 26;

De Membres des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux de 1900 (Séance du 1er juillet), page 26;

De M. A. Poirrier, comme Vice-Président du Comité supérieur de revision de l'Exposition de 1900 (Séance du 1er juillet) page 26;

De M. L. de Chasseloup-Laubat comme rapporteur de la Commission supérieure des Congrès internationaux de l'Exposition de 1900 (Séance du 1er juillet), page 26;

De M. J. Fleury, comme membre de la Commission instituée en vue de l'examen des demandes de concessions territoriales dans les possessions d'outre-mer (Séance du 22 juillet), page 33;

19° *Obligations au porteur nos 767 à 772 de la Société à vendre au pair*, (Séance du 22 juillet), page 34;

Digitized by Google

20° *Ouvrages reçus et présentation d'ouvrages* (Séances des 1er et 22 juillet), pages 5, 26 et 33 ;

21° *Port d'Alexandrie* (Travaux à exécuter au) Communiqué du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (Séance du 22 juillet), page 34 ;

22° *Port de Buenos-Ayres et le règlement dudit port* (Notice sur le) avec 27 vues photographiques données à la Société par M. G. Duclout (Séance du 22 juillet), page 33 ;

23° *Réception des Membres du Bureau par le nouveau Ministre des Travaux Publics* (Séance du 22 juillet), page 35 ;

24° *Traction électrique des tramways par accumulateurs à charge rapide*, par M. F. Drouin (Séance du 22 juillet), page 36 ;

25° *Vitrerie sans mastic* (Nouveau système H. Murat, de), par M. F. Delmas — lettre de M. A. de Marchena (Séance du 22 juillet), page 32 ;

---

*(b)* Sommaire des procès-verbaux des 7 et 21 octobre 1898 :

1° *Accidents de travail et l'initiative privée* (Prévention des), par M. H. Mamy (Séance du 21 octobre), page 67 ;

2° *Chemins de fer russes* (Les), par M. le Professeur Belelubsky. — Rectification au procès-verbal du 17 juin 1898 (Séance du 7 octobre), page 39 ;

3° *Congrès de l'American Institute of Mining Engineers, à Buffalo, du 18 au 21 octobre 1898* (Séance du 7 octobre), page 41 ;

4° *Congrès des Sociétés Savantes, à Toulouse, en 1899* (Programme du). Communiqué du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Délégués de la Société : MM. P. Gassaud, A. Girard, A.-J. Roques (Séance du 7 octobre), page 41 ;

5° *Décès :* de MM. A. Bert, E.-F. Delaperrière, A.-P. Doyen, A. Fernique, Ch. Grébus, E.-H. Lacaille, P. Labouverie, L.-A. Lambert, F. Parent, E.-V. Pierron, J.-A. Crouet, A.-E. Hardon (Séances des 7 et 21 octobre), pages 39 et 58 ;

6° *Décorations* (Séances des 7 et 21 octobre), pages 40 et 58 ;

7° *Don de 10 f fait à la Société par M. Fiévé* (Séance du 7 octobre), page 40 ;

8° *Eaux de Rio* (Projet de réorganisation du services des). Communiqué de M. le Ministre du Commerce, des Postes et des Télégraphes (Séance du 7 octobre), page 40 ;

9° *École industrielle dans la République Argentine* (Avis de la construction d'une). Communiqué du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (Séance du 21 octobre), page 58 ;

Digitized by Google

10° *Embouchures de rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul* (Amélioration des) par M. Da Costa Couto (Séance du 7 octobre), page 41;

11° *Études et travaux exécutés de 1885 à 1897 par la Société Italienne des Chemins de fer de la Méditerranée.* Analyse par M. L. de Longraire (Séance du 7 octobre) page 45;

12° *Lettre de M. P.-M. Jullien, rappelant le nom de son père qui a été omis au chapitre de la Métallurgie dans le volume du Cinquantenaire* (Séance du 21 octobre), page 58;

13° *Médaille d'or décernée à M. M.-L. Langlois, par la Société des Anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers* (Séance du 7 octobre), page 40;

14° *Nominations :*

De M. Th. Villard, comme membre du Conseil supérieur de l'Agriculture (Séance du 7 octobre), page 40;

De MM. E. Lahaye et F. Reymond, comme membres de la section permanente du Comité consultatif des chemins de fer pour 1898-1899 (Séance du 7 octobre), page 40;

De MM. H. Fayol, E. Gruner, E. Lahaye, Ch. Prevet, F. Reymond, X. Rogé, comme membres du Comité consultatif des chemins de fer (Séance du 7 octobre), page 40;

De Membres des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internanaux de 1900 (Séance du 21 octobre), page 58;

15° *Ouvrages reçus et présentation d'ouvrages* (Séances des 7 et 21 octobre), pages 10, 40 et 58;

16° *Photographie* (Divers moyens d'augmenter la latitude du temps de pose en), par M. P. Mercier et observations de M. O. Rochefort (Séance du 21 octobre), page 64;

17° *Plis cachetés déposés par M. J. Deschamps* (Séance du 7 octobre), page 40;

18° *Port de Montevideo* (Projet d'établissement d'un). Communiqué de M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (Séance du 7 octobre), page 40;

19° *Rectification au procès-verbal de la séance du 15 avril, au sujet de l'admission à la Société, de M. A. Drion, comme membre associé au lieu de membre sociétaire* (Séance du 7 octobre), page 40;

20° *Tendeur dynamométrique* (Le), de M. Louis Simon, par M. A. Lavezzari (Séance du 21 octobre), page 70;

21° *Vapeur comme puissance motrice* (Emploi de la), par M. Ch. Baudry, et observations de M. A. Lencauchez et lettres de M. Ch. Bellens, F.-L. Barbier et G. du Bousquet (Séances des 7 et 21 octobre), pages 47, 59, 62 et 63.

Digitized by Google

Mémoires contenus dans le bulletin d'octobre 1898 :

22° *Installation hydro-électrique du Mont-Dore* (Nouvelle), par M. A. Lavezzari, page 72;

23° *Accidents de travail et l'initiative privée* (La prévention des). par M. H. Mamy, page 87;

24° *Notice nécrologique sur M. A. de Borodine,* par M. A. Mallet, page 93;

25° *Notice nécrologique sur M. Pascal Garnier*, page 112;

26° *Chroniques nos 224 et 225*, par M. A. Mallet, page 113;

27° *Comptes rendus,* — page 134;

28° *Bibliographie :*

*Télégraphie pratique, de M. Montillot, Inspecteur des Postes et des Télégraphes*, par M. G. Baignères, page 150;

*Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement. Étude théorique et pratique du baron de Mauni*, par M. F. Chaudy, page 150;

*Dispositifs récents des dragues à grande puissance.* Rapport de M. J. Massalski au VII^e^ Congrès international de navigation. Bruxelles 1898 (3^e^ section, 4^e^ question), par M. L. Coiseau, page 153;

*Les mines de l'Afrique du Sud. Transvaal, Rhodésie, etc., de M. Albert Bordeaux*, par M. H. Couriot, page 154;

*Traité d'exploitation des mines de houille, de M. Dufrane Demanet*, par M. H. Couriot, page 155;

*Manuel d'électro-chimie, de M. H. Becker*, par M. P. Jannettaz, page 155;

*Montage des machines marines, de M. Moritz, Ingénieur de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, Ingénieur des Constructions navales*, par M. A. Lavezzari, page 156;

*Automobiles sur rails, de M. G. Dumont*, par M. A. Mallet, page 157;

*Automobiles sur routes, de M. L. Périssé*, par M. A. Mallet, page 158;

*Traité de Métallurgie du fer. Tome I. Élaboration des métaux*, par M. G. de Retz, page 159;

*Paliers et accouplements hydro-dynamométriques pour transmissions de mouvement, de M. H. Bouron*, par M. G. Richard, page 160;

*La dynamo. Modèle démontable en carton avec description de M. Christophe Volkert*, par M. R. Soreau, page 161;

29° *Planche n° 211.*

---

Pendant le mois de juillet 1898, la Société a reçu :

37878 — De M^me^ V^ve^ Ch. Dunod, éditeur. *Topographie, par Eugène Prévôt. Suivi d'un appendice relatif à la topographie expédiée, par O. Roux. Livre 1^er^ Instruments. Description. Manœuvre. Vérification. Réglage et précision* (in-16 de XIII-438 p. avec 272 fig.) (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics). Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898.

Digitized by Google

37879 — De MM. Paget, Moeller et Hardy. *Empire of Austria. Patent-Law dated January 11th 1897 translated by Paget, Moeller et Hardy. Patent Office established 1851. Vienna I, Austria, Riemergasse N° 13* (petit in-8° de 43 p.). Vienna, R. v. Waldheim, 1898.

37880 — De M. A. Rossi. *Osservazioni circa gli « Appunti di un Tecnico » sul Coefficiente d'Esercizio delle reti Ferroviarie Mediterranea ed Adriatica, per Ing. Adolfo Rossi* (grand in-8° de 39 p.). Roma, Topografia dell'Unione cooperativa editrice, 1898.

37881 — De M. H. Mamy (M. de la S.). *Rapport sur le concours de montecourroies portatifs présenté au Conseil de Direction au nom de la Commission d'examen, par H. Mamy* (in-8° de 47 p.) (Association des Industriels de France contre les accidents du travail). Paris, au siège de l'Association, 3, rue de Lutèce, 1898.

37882 — De M. Alfred de Hulster. *Sondages et puits de mines, galeries, tunnels, tranchées, dérochements, dérivations, etc. Développement des recherches minières en France. Tableau des sondages faits en 1896. Perfectionnements nouveaux aux appareils de sondages. Muraillement des puits de mines. Cintre vertical mobile Badiou, de Hulster frères à Crespin (Nord) 1er janvier 1897* (Note II) (in-8° de 16 p.). Saint-Étienne, Ch. Rousseau et E. Gardon, 1897.

37883 — De M. A. Gallardo. *El primer Congreso cientifico latino americano* (in-4° de 94 p. avec 1 pl.) (Revista tecnica. Año IV, N° 61. Buenos-Aires, Mayo 10 de 1898). Buenos-Aires, 1898.

37884 — De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs. *Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles. Publié sous la direction de Ch. Vigreux, par Ch. Milandre et R.-P. Bouquet. Premier volume. Construction* (in-16 de 302 p. avec 156 fig.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

37885 — De M. H. Farjas (M. de la S.). *Annuaire Farjas pour les Inventeurs. Première année 1898* (grand in-8° de 879 p.). Paris, 4, rue de la Chaussée-d'Antin, 1898.

37886 — *Chemin de fer Grand Central Belge. Direction des voies et travaux. Compte rendu de l'exercice 1897* (petit in-4° de 45 p. autog.). Bruxelles, 1897.

37887 — De l'Engineers' Club of Philadelphia. *List of Members of the Engineers' Club of Philadelphia. Containing Officers, Committees, Members' Names and Addresses, Charter, By-Laws, etc., etc. Corrected to May 1, 1898.* Philadelphia, Tomson Printing Company.

37888 — De la Société industrielle de Mulhouse. *Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés en Assemblée générale le 25 mai 1898, à décerner en 1899* (grand in-8° de 63 p.). Mulhouse, Ve Bader et Cie, 1898.

Digitized by Google

37889 — De M. G. Rocour (M. de la S.). *Cinquantenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège. Séances techniques. Étude sur l'équilibre calorifique du haut fourneau, par G. Rocour* (Extrait de la Revue universelle des Mines, etc., tome XLII, 3e série, page 1, 42e année, 1898) (in-8° de 97 p. avec 3 pl.). Liège, Paris, H. Le Soudier.

37890 — De M. le commandant Hocquet. *QuatrièmeCongrès de la Propriété bâtie de France, Marseille 1898. Notes et renseignements pour servir à l'étude de l'assainissement de la Seine, par le commandant Hocquet* (in-8° de 96 p.). Saint-Germain-en-Laye, P. Doizelet, 1898.

37891 — De M. E. Trélat (M. de la S.). *École spéciale d'architecture. Concours de sortie de 1898. 1re épreuve : Projet. Un hôtel privé* (petit in-4° de 3 p.). Paris, Delalain frères, 1898.

37892 — De M. August Bagel. *Stahl und Eisen. Bezugsquellen-Nachweiser zusammengestellt aus dem Anzeigen-Anhang der Zeitschrift Stahl und Eisen, 1898* (in-16 de 108 p.). Düsseldorf, August Bagel, 1898.

37893 — De M. R. Abt (M. de la S.). *Entwickelung des Zahnradsystemes Abt während der letzten zehn Jahre in Oesterreich-Ungarn. Vortrag gehalten in der Vollversammlung des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines am 26. Februar 1898, von Roman Abt* (Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-und Architekten Vereines 1898, Nr. 19 u. 20) (in-8° de 35 p.). Wien, R. Spies und Co, 1898.

37894 — De M. H. Pucey. *Bulletin de la Société des Ingénieurs et des Architectes sanitaires de France. Supplément aux Numéros de Mars et d'Avril 1898. Commission du Rapport sur le IIIe Congrès de la Propriété bâtie* (in-8° de 123 p.). Paris, Chaix, 1898.

37895 — De MM. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. *Nouveau traité des bicycles et bicyclettes. Le travail, par E. Bourlet. Deuxième édition* (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 186 p., avec 15 fig. et 11 tabl.). Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson.

37896 — De M. G. Rolland. *Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud Algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation, par Georges Rolland* (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 31 mai 1898) (petit in-4° de 4 p.). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898.

37897 — De M. L.-F. Vernon-Harcourt. *VIIe Congrès international de navigation, Bruxelles 1898. Troisième section, 1re question. Formulaire des renseignements caractéristiques d'une rivière à marée, avec application aux rivières le Hugli et la Mersey. Rapport par L.-F. Vernon-Harcourt* (in-8° de 21 p. avec 2 pl.). Bruxelles, J. Goemaere, 1898.

Digitized by Google

37898 — Du Ministère des Travaux Publics. *Annales des Ponts et Chaussées. Personnel. 1898* (in-8° de 856 p.). Paris, Ve Ch. Dunod, 1898.

37899 — Dito. *Annales des Ponts et Chaussées. 1re Partie. Mémoires et documents, 7e série. Année 1898, 1er Trimestre* (in-8° de 474 p. avec 14 pl.). Paris, Ve Ch. Dunod, 1898.

37900 — Du Musée social. *Le Musée social. Fête pour le concours sur les Associations ouvrières et patronales, le dimanche 19 juin 1898. Présidence de M. Ribot* (petit in-4° de 95 p.). Paris, Calmann Lévy, 1898.

37901 à 37929 — De M. G. Duclout (M. de la S.). *Port de Buenos-Ayres. Notice explicative des travaux exécutés pour la construction de ce port, accompagnée de 27 vues photographiques et d'une brochure relative au règlement dudit port.*

37930 — Du Ministerie van Waterstaat Handel et Nijverheid. *Polders of Waterschappen die geheel of gedeelteldjk of de Kaart voorkomen. Renen 3* (1 feuille de 530 × 580).

37931 — De M. A. Brüll (M. de la S.). *The Mineral Industry its Statistics Technology and Trade for 1895. Annual Vol. IV* (in-8° de xxxvi ; 849 p.). New-York and London, The Scientific Publishing Company, 1896.

37932 — Du Real Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. *Atti del Real Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. 4ta Série. Volume X. 1897.* Napoli, Cooperativa Tipografica, 1897.

37933 — De la Société des Conducteurs Contrôleurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Mines. *Société des Conducteurs Contrôleurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Mines. Annuaire du Ministère des Travaux Publics. Bulletin N° 7* (in-8° de 856 p.). Paris, Ve Ch. Dunod, 1898.

37934 — De la Société académique du département de l'Aube. *Mémoires de la Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube. Tome LXI de la collection. Tome XXXIV, Troisième série, année 1897* (grand in-8° de 379 p.). Troyes, Paul Nouel, 1897.

37935 — De M. Bernard Tignol, éditeur. *Dictionnaire de chimie industrielle, contenant les applications de la chimie à l'industrie, à la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers, par MM. A.-M. Villon et P. Guichard. Tome deuxième, Fascicule 18.* Paris, Bernard Tignol.

37936 et 37937 — De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs. *Petite Encyclopédie pratique de chimie industrielle. Publiée sous la direction de F. Billon. Le chlore et dérivés. 5e volume de la collection. Produits nitrés et ammoniacaux. 6e volume de la collection* (2 volumes in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

Digitized by Google

37938 — De la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. *Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Supplemento N° 1, al Catalogo generale della Biblioteca. Edizione 1893. Maggio 1898* (in-8° de 16 p.). Torino, M. Massaro, 1898.

37939 — De M. H. Doat (M. de la S.). *Compagnie générale des conduites d'eau. Ateliers des Vennes, Liège (Belgique). Ascenseurs et monte-charges. Dispositifs de sécurité* (in-8° de 16 p.). Bruxelles, V^e Ferdinand Larcier, 1898.

37940 — De M. Ed. Hirsch. *Législation et jurisprudence administratives concernant l'électricité dans ses différents usages, par M. Edmond Hirsch* (grand in-8° de 336 p.). Paris, Marchal et Billard, 1898.

37941 et 37942 — De M. Armengaud aîné (M. de la S.). *Le canal d'irrigation du Rhône et les eaux de Nîmes, de Paris et de Londres. Études du canal et Description des travaux exécutés à Nîmes pour la distribution des eaux du Rhône filtrées. État actuel de la question des eaux à Paris et à Londres, par Aristide Dumont. Deuxième édition.* (Texte petit in-4° de XLVI-310 p. avec atlas format 370 × 290 de 23 pl.). Paris, V^e Ch. Dunod, 1898.

37943 — De Chemnitzer Bezirksverein des Vereines Deutscher Ingenieure. *Festschrift zur 39. Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure Chemnitz 1898. Gewidmet vom Chemnitzer Bezirksverein des Vereines Deutscher Ingenieure* (grand in-8° de 416 p. avec 252 fig. et 4 cartes). Chemnitz, Hugo Wilisch, 1898.

37944 — De l'Institution of Civil Engineers. *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers; with other selected and abstracted Papers. Vol. CXXXII, 1897-98. Part II* (in-8° de 507 p. avec 6 pl.). London, 1898.

37945 — De M. L. Dru (M. de la S.). *Un document d'archéologie agricole. Description d'un chapiteau de l'église abbatiale de Vézelay et son rapport avec la viticulture, par Léon Dru* (Extrait des Mémoires de la Société nationale d'agriculture de France. Tome CXXXVIII, 1898) (grand in-8° de 29 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1898.

37946 et 37947 — De M. G. Crugnola (M. de la S.). *Società Italiana per le strade ferrate del Mediterraneo. Servizio delle Costruzioni. Relazione sugli studi e lavori eseguiti dal 1885 al 1897* (in-folio de 152 p. avec atlas même format de 71 pl.). Roma, D. Squarci, 1898.

37948 — De M. Lauriol, Ingénieur des Ponts et Chaussées. *République Française. Préfecture de la Seine. Ville de Paris. Direction administrative de la voie publique et des eaux et égouts. Service technique de la voie publique et de l'éclairage. Mission à l'étranger en 1898. Éclairage au gaz. Éclairage électrique. Tramways. Compte rendu sommaire présenté par M. Lauriol* (in-4° de 35 p.). Paris, Imprimerie Nationale, juin 1898.

37949 — De M. Ch. Robert. *Le Musée rétrospectif de l'Économie sociale à l'Exposition de 1900. Communication de M. Charles Robert à l'assemblée générale de la Société pour l'étude de la participation, du 24 avril 1898* (in-8° de 20 p.). Paris, Chaix, 1898.

Digitized by Google

37950 — De la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. *Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Catalogo della Biblioteca* (in-4° de 74 p.). Torino, Salesiana, 1893.

37951 — *1898, juillet. Préfecture de police. N° 18, 2e Division, 3e Bureau. Arrêté fixant la date et le programme du Concours d'admission à un emploi d'Inspecteur chargé de surveiller l'exécution des règlements concernant la circulation des véhicules à moteurs mécaniques dans le département de la Seine* (in-8°, pages 135 à 142). Paris, Chaix, 1898.

37952 à 38272 — 321 brochures et volumes en français et en langues étrangères, traitant de sujets divers et plus particulièrement de questions de chemins de fer, avec un magnifique atlas renfermant 25 cartes topographiques de la Suisse, de G.-H. Dufour, au 1/100 000e, le tout provenant de la bibliothèque de M. A. Gottschalk, ancien Président de la Société, et offert gracieusement par sa famille.

---

Pendant le mois d'octobre 1898, la Société a reçu :

38273 — De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs. *La dynamo. Modèle démontable en carton avec description, par Christophe Volkert* (format 240×350 de 30 p. à 2 col. avec 44 fig. intercalées dans le texte et 40 détails d'organes en couleur). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

38274 — De M. Bernard Tignol, éditeur. *Les compteurs d'électricité, par Ernest Coustet* (Bibliothèque des actualités industrielles, n° 74) (in-16 de 128 p. avec 56 fig.). Paris, Bernard Tignol.

38275 — De M. H. D. Woods (M. de la S.). *City of Newton, Massachusetts. Annual Report of the City Engineer and Report of Superintendent of sewers for the year ending December 31, 1897* (in-8° de 184 p. avec pl.). Newton, Massachusetts, The Graphic Press, 1898.

38276 — De M. A. Fayolle (M. de la S.). *Le Guide-Adresses du Bâtiment. Annuaire des architectes, des ingénieurs et des entrepreneurs. Publié par la Rédaction du Bulletin des travaux. Année 1898* (grand in-8° à 2 col. de 3013 p.). Paris, Administration, 20, rue Turgot.

38277 — De M. le Baron R. de Batz (M. de la S.). *Michigan and its Resources. Compiled by authority of the State, under supervision of John W. Jochim, Secretary of State* (grand in-8° de 290 p. avec illustr.). Lansing, Mich., Robert Smith and Co, 1893.

38278 — Dito. *Modern American Methods of Copper smelting, by Edward Dyer Peters. Second Edition revised and enlarged* (grand in-8° de 398 p. avec pl.). New-York, The Scientific Publishing Co, 1891.

38279 — Dito. *Electro-deposition. A Practical Treatise on the Electrolysis of gold, silver, copper, nickel and other metals and alloys, etc., etc., by Alexander Watt* (in-16° de XVI-568 p. avec 144 fig.). London, Crosby, Lockwood and Co, 1887.

Digitized by Google

38280 à 38282 — De M. A. Cordeau (M. de la S.). *Guide des constructeurs. Traité complet des connaissances théoriques et pratiques relatives aux constructions, par R. Mignard. Sixième édition entièrement refondue et augmentée, par A. Cordeau. Tomes I et II* (2 vol. petit in-4° de 602 p. et de 642 p. avec atlas in-folio format 355×290 de 90 pl.). Paris, E. Lévy.

38283 — *Association internationale pour l'essai des matériaux. Statuts et état nominatif des Membres. Clôturé le 1er mai 1898* (in-8° de 64 p.). Zürich-Oberstrass, Fischer und Diggelmann.

38284 et 38285 — De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs. *Petite Encyclopédie pratique de chimie industrielle. Publiée sous la direction de F. Billon. L'alcool. 9e volume de la collection. — Les vins. Traitement de la vendange et vinification. Vinaigres. 10e volume de la collection* (2 volumes in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

38286 et 38287 — Dito. *Petite Encyclopédie pratique du bâtiment. Publiée sous la direction de L. A. Barré. Menuiserie en bois. N° 5 de la collection. — Charpente en fer. N° 6 de la collection* (2 volumes in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

38288 — *5e année. Relevés statistiques des métaux de plomb, cuivre, zinc, étain, argent, nickel, aluminium et mercure de la Metallgesellschaft et de la Metallurgische-Gesellschaft A. G. Francfort-sur-Mein, avril 1898* (240×190 de 67 p.). Francfort-sur-Mein, C. Adelmann.

38289 et 38290 — *Les dragages du Mississipi. Rapport de mission, par J.-A. Pierrot et H. Vandervin* (Extraits des 2e et 3e fascicules des Annales des travaux publics de Belgique, avril 1897 et juin 1898 (2 br. grand in-8° de 32 p. et de 11 p. avec pl.). Bruxelles, J. Goemaere, 1897, 1898.

38291 — *Rivista di Artiglieria e Genio. Indice alfabetico-analitico delle materie contenute nei volumi pubblicati negli anni 1894, 1895, 1896, 1897. Indice generale alfabetico degli autori degli articoli pubblicati nelle prime quattordici annate (1884-1897)* (in-8° de 122 p.). Roma, Enrico Voghera, 1898.

38292 — *Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCXCV. 1898. Rendiconto dell' Adunanza solenne del 12 giugno 1898, onorata dalla presenza delle LL. MM. Il Re e la Regina* (format in-4° pages 339 à 395). Roma, Tip. della R. Accademia dei Lincei, 1898.

38293 — De M. G. Crugnola (M. de la S.). *La viabilità nella Provincia di Teramo* (Estratto dalla Monografia della Provincia di Teramo, vol. III. Cap. XXIII et XXIV) (in-8° de 131 p. avec 1 pl.). Teramo, Giovanni Fabri, 1893.

38294 — Dito. *L'Adige. Sue condizioni idrografiche e Lavori di sistemazione nel suo alveo, per G. Crugnola* (Estratto dal Periodico L'Ingegneria civile e le Arti industriali. Vol. XXII) (in-8° de 91 p. avec 3 pl.). Torino, Camilla e Bertolero, 1896.

Digitized by Google

38295 — Dito. — *I Lavori pubblici nel cantone di Vaud (Svizzera), per G. Crugnola* (Estratto dal Periodico L'Ingegneria e le Arti industriali. Vol. XXIII) (in-8° de 126 p. avec 2 pl. et 32 fig.). Torino, Camilla e Bertolero, 1898.

38296 — Dito. — *Le acque nella Provincia Zeland (Paesi Bassi), per G. Crugnola* (Estratto dal Periodico Il Politecnico. Vol. XLVI) (in-8° de 32 p. avec 2 pl.). Milano, Tip. e lit. degli Ingegneri, 1898.

38297 — *The Institution of Electrical Engineers, late the Society of Telegraph-Engineers and Electricians. Founded 1871. Incorporated 1883. List of Officers and Members. Corrected to June 30 th 1898* (in-8° de 116 p.). London, 1898.

38298 — De la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. *La situation des mécaniciens et chauffeurs à la Compagnie des chemins de fer de l'Est. Juillet 1898* (in-8° de 31 p.). Paris, Maulde, Doumenc et C^ie^, 1898.

38299 — De M. de Rivera. *L'utilizzazione delle Forze idrauliche e la trazione elettrica sulle ferrovia, per Achille Afan de Rivera* (Estratto della nuova antologia fasc. 16 luglio 1898. Vol. LXXVI, Série IV) (grand in-8° de 26 p.). Roma, Forzani, 1898.

38300 — De M. le baron R. de Batz (M. de la S.). *Geological Survey of Missouri. Arthur Winslow, State Geologist. A Preliminary Report on the Coal deposits of Missouri from field work prosecuted during the years 1890 and 1891. by Arthur Winslow* (grand in-8° de 226 p. avec 131 illustrations). Jefferson City, 1891.

38301 — Dito. — *Geological Survey of Missouri. Arthur Winslow, State Geologist. Vol. II. A Report on the Iron Ores of Missouri from field work prosecuted during the years 1891 and 1892. by Frank L. Nason* (grand in-8° de 366 p. avec 62 illustrations et une carte). Jefferson City, 1892.

38302 — Dito. — *Geological Survey of Missouri. Vol. III. A Report on the Mineral Waters of Missouri, by Paul Schweitzer, from field and Laboratory Work conducted during the years 1890 to 1892* (grand in-8° de 256 p. avec 45 illustrations et une carte). Jefferson City, 1892.

38303 et 38304 — Dito. — *Report of the Director of the Mint upon the Production of the precious Metals in the United States during the Calendar years 1889 and 1891* (2 vol. grand in-8° de 296 p. et 321 p.). Washington, Government Printing Office. 1890, 1892.

38305 — Dito. — *First Report of the Bureau of Mines 1891. Printed by order of the Legislative Assembly of Ontario* (grand in-8° de 253 p. avec pl.). Toronto, Warwick and Sons, 1892.

38306 — Dito. *The atomic Theory, by Ad. Wurtz. Translated by E. Cleminshaw* (The International Scientific series volume XXIX) (in-16 de 344 p.). New-York, D. Appleton and Company, 1891.

Digitized by Google

38307 — De M. H. Haguet (M. de la S.) de la part de l'auteur. *Les chemins de fer d'État, les voies navigables d'État et la Politique économique de l'Allemagne, par Franz Ulrich. Traduit de l'allemand sur une autorisation de l'auteur, avec une introduction par Henry Haguet* (in-8° de 62 p.). Paris, aux Bureaux du Journal des Transports, 1898.

38308 — *Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. Septième série, tome cinquième, 1897* (grand in-8° de 211 p., 26 p. et XCIII p.). Lyon, Alexandre Rey, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898.

38309 et 38310 — *Indice generale alfabetico analitico delle Materie contenute nella Rivista d'Artiglieria e Genio dall' anno 1884 al 1889 incluso e dall' anno 1890 al 1893 incluso* (2 br. in-8° de 95 p. et de 80 p.). Roma, E. Voghera, 1891 et 1894.

38311 — De M. Ch. Compère (M. de la S.). *Association Parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur. 24e Bulletin annuel. Exercice 1897* (in-8° de 124 p.). Paris, Siège de l'Association, 1898.

38312 — De M. H. Pucey. *Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France. Statuts. Annuaire 1898* (in-8° de 28 p.). Paris, Siège social.

38313 à 38331 — Dito. *Bulletin de la Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France. Nos 1 à 19. Janvier 1897 à juillet 1898.* Paris, Siège social.

38332 — De M. Ch. Wiener. *Société de Géographie commerciale. Conférence de M. Charles Wiener sur sa Mission en Argentine* (Extrait du Bulletin de la Société de Géographie commerciale. Année 1898, Nos 7, 8, 9) (in-8° de 14 p.). Paris, Lahure.

38333 — *Anales de la Asociacion de Ingenieros y Arquitectos de Mexico. Tomo VI. 1897* (in-8° de 402 p.). Mexico, Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, 1897.

38334 — De M. Louis Raveneau. *La culture du coton dans le monde, par A. Lederlin et L. Gallois* (pages 289 à 307 des Annales de Géographie, N° 34, 7e année, 15 juillet 1898). Paris, Armand Colin et Cie, 1898.

38335 — De M. H. Paur (M. de la S.). *XXV. Jahresversammlung der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgen. polytechnischen Schule, 6-8 August 1898 in St. Gallen. Gelegenheitsschrift betreffend die Korrektionsarbeiten im Rheinthale, oberhalb des Bodensees, von J. Wey* (in-8° de 17 p. avec 2 pl.). Rorschach, W. Koch, 1898.

38336 — Dito. *Trambahn und Elektrizitätwerke der Stade St. Gallen. Festschrift gewidmet der XXV. General Versammlung der Gesellschaft ehemaliger Studierender des eidg. Polytechnikums von der Section St. Gallen, 7-8 August 1898* (in-4° de 32 p. avec 31 pl.). St. Gallen, V. Schmid, 1898.



Digitized by Google

38337 — De M. Ed. Sauvage. *La classification décimale. Conférence faite le 27 mai 1898 à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, par Ed. Sauvage* (Extrait du Bulletin de juin 1898 de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale) (petit in-4° de 16 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1898.

38338 — *Chambre de commerce française de Charleroi et des Provinces wallones. Rapport sur les travaux de la Chambre pendant l'exercice 1897, présenté à l'Assemblée générale du 10 janvier 1897* (grand in-8° de 27 p.). Bruxelles, A. Lesigne, 1898.

38339 — *The Journal of the Iron and Steel Institute. Vol. LIII. N° 1. 1898* (in-8° de 606 p.). London, E. and F. N. Spon, 1898.

38340 — *Rules and List of Members of the Iron and Steel Institute 1898* (in-8° de 107 p.). London, E. and F. N. Spon, 1898.

38341 — Du Ministère de l'Instruction publique. *Congrès des Sociétés savantes. Discours prononcé à la séance générale du Congrès le samedi 16 avril 1898, par MM. Darlu et Alfred Rambaud* (in-8° de 45 p.). Paris, Imp. Nat., 1898.

38342 — Dito. *Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Comité des Travaux historiques et scientifiques. Liste des Membres des Sociétés savantes de Paris et des départements* (grand in-8° de 108 p.). Paris, Imp. Nat, 1898.

38343 — Dito. *Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Comité des travaux historiques et scientifiques. Programme du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements qui se tiendra à Toulouse en 1899* (grand in-8° de 18 p.). Paris, Imp. Nat., 1898.

38344 — *Annual Calendar of Mc Gill College and University Montreal, Session 1898-99* (in-8° de 377 p.). Montreal, John Lovell and Sohn, 1899.

38345 et 38346 — De M. A. Manceaux, éditeur. *Traité d'Exploitation des mines de houille, par Ch. Demanet. 2e édition, revue, augmentée et mise au courant des progrès les plus récents, par A. Dufrane-Demanet. Tomes I et II* (2 vol. in-8° de 404 p. avec 239 fig. et de 492 p. avec 283 fig.). Bruxelles, Société Belge d'éditions; Paris, Baudry, 1898.

38347 et 38348 — Dito. *Théorie mécanique de la chaleur, par R. Clausius. 2e édition refondue et complétée, traduite sur la 3e édition de l'original allemand par F. Folie et E. Ronkar. Tome I. Développement des formules qui se déduisent des deux principes fondamentaux avec différentes applications* (in-8° de 499 p.). *Tome II. Théorie mécanique de l'électricité, y compris l'application des principes fondamentaux de la théorie mécanique de la chaleur* (in-8° de 472 p.). Bruxelles, Société Belge d'éditions; Paris, Baudry, 1898.

Digitized by Google

38349 — De M. L. Roche (M. de la S.). *Appareil enregistreur des pesées, système Roche, applicable aux romaines des bascules et des ponts à bascule, par Léon Delphieu* (Extrait du Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers) (in-8° de 12 p. avec 1 pl.). Paris, Chaix, 1898.

38350 — *Transactions of the Institution of Naval Architects. Volume XL. 1898* (petit in-4° de 302 p. avec 56 pl.). London, Henry Sotheran and C°, 1898.

38351 — *Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1898. decimo quarto anno* (petit in-4° de 338 p.). Rio de Janeiro, Carles Schmidt, 1897.

38352 — De M. A. Rigaut. *Les Ordures parisiennes, par A. Rigaut* (pages 55 à 58 de la Science Française, VIII[e] année, N° 187, 26 août 1898). Paris, 41, rue de la Victoire.

38353 — De MM. Alexandre Gratier et C[ie], éditeurs. *Faculté des Sciences de Grenoble. Électricité industrielle, 4[e] année. Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude pratique des courants alternatifs. Cours professé par M. J. Pionchon* (grand in-8° de 315 p. autog.). Grenoble, Alexandre Gratier et C[ie], 1895.

38354 — Dito. *Faculté des Sciences de Grenoble. Électricité industrielle, 5[e] année. Cours professé par M. J. Pionchon. Leçons sur la production industrielle des courants alternatifs* (grand in-8° de 378 p. autog.). Grenoble, Alexandre Gratier et C[ie], 1897.

38355 — Dito. *Université de Grenoble. Électricité industrielle. Cours public professé par M. Pionchon. Sommaire des leçons 1897-98* (grand in-8° de 56 p.). Grenoble, Alexandre Gratier et C[ie], 1898.

38356 — Dito. *Université de Grenoble. Électricité industrielle. Plan d'études. Règlements. Programme de cours et d'examens* (in-8° de 21 p.). Grenoble, Allier frères, 1898.

38357 — De M. C. Capocci. *Progetto di una nuova via tra l'occidente di Napoli e la piazza S. Ferdinando, per Ing. Corrado Capocci* (petit in-4° de 46 p. avec 6 pl.). Napoli, Angelo Trani, 1898.

38358 — *Ministère des Travaux publics. Direction des chemins de fer. Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1896. Documents divers. Première partie. France, Intérêt général* (petit in-4° de 298 p.). Paris, Imp. Nat., 1898.

38359 — *Verein Deutscher Ingenieur. Mitgliederverzeichniss 1898* (in-16 de 285 p.). Berlin, Jules Springer.

38360 — De MM. E. Bernard et C[ie], éditeurs. *Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles. Publié sous la direction de Ch. Vigreux, par Ch. Milandre et R.-P. Bouquet. Deuxième volume. Voitures automobiles à vapeur* (in-16 de 160 p. avec 184 pl.). Paris, E. Bernard et C[ie], 1898.

38361 — De M. E. Lahache. *Les eaux du Sahara Constantinois, par E. Lahache, pharmacien-major, 1886-1898* (in-8° de 51 p. avec 2 cartes). Constantine, E. Marle, 1898.

Digitized by Google

38362 — De M. Ad. Bouvier (M. de la S.). *Salle d'école avec éclairage au gaz par réflexion (lumière diffuse). A propos de quelques accidents dus à l'acétylène employé pur. Comparaison entre les éclairages usuels, par Ed. Bouvier.* (Extraits du compte rendu du XXV^e Congrès de la Société technique de l'Industrie du gaz en France tenu à Nice les 20, 21 et 22 avril 1898) (in-8° de 5 p. avec 1 pl., 28 p. et 19 p.). Paris, P. Mouillot, 1898,

38363 — De M. A. J. da Costa Couto (M. de la S.). *VII^e Congrès international de navigation. Bruxelles, 1898. Troisième section. 1^re question. Rivières à marée. Amélioration des embouchures de rivière à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul. Communication par M. A.-J. da Costa Couto* (in-8° de 11 p. avec 14 pl.). Bruxelles, J. Goemaere, 1898.

38364 — *American Society of Civil Engineers. June 1898. Transactions. Vol. XXXIX* (in-8° de VI-704-X p.). New-York, Published by the Society, 1898.

38365 — *Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani. Catalogo della Biblioteca 1898* (grand in-8° de 140 p.). Roma, Sede della Società, 1898.

38366 — Du Ministère des Travaux publics. *Annales des Ponts et Chaussées. 1^re partie. Mémoires et documents. 7^e série, 8^e année, 1898, 2^e trimestre* (in-8° de 440 p. et pl. 15 à 28). Paris, V^ve Ch. Dunod, 1898.

38367 — *Società economica di Chiavari. Lo stato attuale della spiaggia ligure di Chiavari ed i mezzi per la sua difesa. Memoria letta nella solenne adunanza della Società economica di Chiavari il 5 giugno 1898 dall' Ing. A. Raddi* (grand in-8° de 47 p. avec 2 pl.).

38368 — De MM. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. *Canalisations électriques. Lignes aériennes industrielles, par R.-V. Picou.* (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 172 p. avec 86 fig.). Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson, 1898.

38369 — De M. Joseph Tourtsevitch (M. de la S.). *Otcherke ekspluatatsii Nikolaevskoi j. d. ghlaviiime obstchestvome Rossiiskikhe Jeléziiukhe doroghe 1868-1893. Tchasti I* (in-4° de XLVII-391 p. et 251 phot.). Saint Pétersbourg, 1894.

38370 — De l'Office du Travail. *République française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Office du travail. Les caisses patronales de retraites des établissements industriels* (in-8° de 437 p.). Paris, Imp. Nat., 1898.

38371 — De M. A. Dutreux (M. de la S.). *Utilisation directe des gaz des hauts fourneaux dans les moteurs à explosion, par Aug. Dutreux* (Extrait du journal le Génie Civil) (in-8° de 27 p. avec 5 fig.). Paris, Publications du journal le Génie Civil, 1898.

38372 — *Secretaria de Fomento, Colonizacion e Industria. Boletin del Instituto geologico de Mexico. Num. 10. Bibliografia geologica y Minera de la Republica Mexicana. Formada por Rafael Aguilar y Santillan* (in-4° de 158 p.). Mexico, Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, 1898.

Digitized by Google

38373 — De M. J. de Coëne (M. de la S.). *Bulletin de l'Association normande pour prévenir les accidents du travail. N° 19. 1898* (grand in-8° de 50 p.). Rouen, au siège de la Société, 1898).

38374 — De M^me^ V^ve^ Ch. Dunod, éditeur. *Traité d'exploitation des chemins de fer, par A. Flamache, A. Huberti et A. Stevart. Tome quatrième. Locomotives. Traction. Freins. 1^er^ Fascicule* (grand in-8° de 244 p. avec 26 pl.). Paris, V^ve^ Ch. Dunod; Liège, Charles Desoer, 1898.

38375 — De M. J. Boulvin. *Examen critique des expériences de M. Dwelshauvers-Dery sur la compression de la vapeur dans l'espace mort, par J. Boulvin.* (Extrait de la Revue de Mécanique. Numéro de juin 1898) (in-4° de 21 p. avec 13 fig.). Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898.

38376 — *Société technique de l'Industrie du gaz en France. Compte rendu du XXV^e^ Congrès tenu les 20, 21 et 22 avril 1898 à Nice* (grand in-8° de 480 p. avec 4 pl.). Paris, Imprimerie de la Société anonyme de Publications périodiques, 1898.

38377 — *Société technique de l'Industrie du gaz en France. Tables des matières contenues dans les vingt-cinq premières années 1874-1898 classées : 1° par ordre chronologique; 2° par ordre méthodique; 3° par ordre alphabétique de noms d'auteurs* (in-8° de 107 p.). Paris, Imprimerie de la Société anonyme de Publications périodiques, 1898.

38378 — *M. Auguste Bauquel 1834-1898. Souvenir offert aux camarades de l'École Centrale et aux amis de M. Bauquel* (grand in-8° de 26 p.). Nancy, Imprimerie Nancéienne.

38379 — De M. E. A. Ziffer (M. de la S.). *Union internationale permanente de tramways. Dixième assemblée générale. Genève 1898. Rapport de M. E.-A. Ziffer sur la question suivante : Avez-vous des communications nouvelles à faire sur l'application des moteurs mécaniques à la traction des tramways?* (in-4° de 42 p.). Vienne, 1898.

38380 — *Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 26^e^ session. Saint-Étienne, 1897. Seconde partie. Notes et documents* (in-8° de 1 058 p. avec 7 pl.). Paris, au secrétariat de l'Association, 1898.

38381 — *Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Bulletin N° 43, 1897* (in-8° de 112 p.) Saint-Quentin, Ch. Poette, 1898.

38382 — De M. A. Hartleben, éditeur. *Das Alter der Welt. Auf mechanisch-astronomischer Grundlage, berechnet von Ing^r^ Siegmund Wellisch* (in-8° de 80 p.). Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben.

38383 — *Bulletin de la Société industrielle de l'Est. Deuxième série. Année 1897, 1^er^ juillet au 31 décembre. Année 1898, 1^er^ janvier au 31 juillet* (in-8° de 202 p.). Nancy, Imp. Nancéienne, 1898.

38384 — *American Institute of Mining Engineers. Officers, Members, Rules, etc. August 1898* (in-8° de 84 p.). Philadelphia, Sherman and C°.

Digitized by Google

38385 — *Bulletin de l'Association technique maritime. N° 8. Session de 1897* (grand in-8° de 300 p., avec 28 pl.). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898.

38386 — De M. J. Fritsch, éditeur. *Traité de métallurgie du fer. Tome premier. Élaboration des métaux, par Léon Gages* (grand in-8° de 404 p., avec 187 fig.). Paris, J. Fritsch, 1898.

38387 — Dito. *Les dynamos à courant continu. Fonctionnement, calcul et construction, par J. Fischer-Hinnen* (in-16 de XIV-441 p., avec 279 fig. et 4 pl.). Paris, J. Fritsch, 1898.

38388 — Dito. *Manuel d'électro-chimie et d'électro-métallurgie. Applications électro-chimiques et électro-thermiques, par H. Becker* (in-16 de VII-521 p., avec 140 fig. et 2 pl.). Paris, J. Fritsch, 1898.

38389 — De M. F. Kreuter. *Beitrag zur Theorie der Geschiebeführung, von F.. Kreuter* (Sonder-Abdruck aus Zeitschrift für Gewasserkunde 1898. Heft 4, p. 191-196). Leipzig, S. Hirzel.

38390 — *The Manchester Steam Users' Association. Memorandum by Chief Engineer presented at the Annual Meeting of the general Body of the Members held on tuesday, april 5 th, 1898* (in-8° de 14 p.). Manchester, Guardian, 1898.

38391 — De MM. E. Bernard et C^ie^, éditeurs. *Montage des machines marines, par M. Moritz* (grand in-8° de 111 p., avec 94 fig. et 2 pl.) (Extrait du Bulletin de l'Association technique maritime. N°8, Session de 1897). Paris, E. Bernard et C^ie^, 1898.

38392 — Dito. *Étude relative à la composition des cuivres rouges destinés à la fabrication des tuyaux pour conduites de vapeur et d'eau et aux conditions de recettes à imposer pour les fournitures de cette espèce, par M. Besson* (grand in-8° de 80 p.). Paris, E. Bernard et C^ie^, 1898.

38393 — De la Librairie agricole de la Maison rustique. *Bibliothèque agricole. Traité de mécanique expérimentale. Leçons professées à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, par Max Ringelmann. Notes prises au cours et rédigées par Jacques Danguy* (in-18 de 368 p., avec 350 fig.). Paris, Librairie agricole de la Maison rustique.

38394 — De M. F. Arnodin (M. de la S.). *Pont à transbordeur de Bizerte. Tunisie, 1898* (1 phot. format 430 × 520). Rouen, R. Reinvillier.

38395 — De M. J. de Coëne (M. de la S.). *Mémoire sur les travaux d'amélioration de l'Estuaire de la Seine, en réponse aux projets déposés à la Société de défense des intérêts de la vallée de la Seine. 1° le 26 mai 1897 par un auteur anonyme; 2° le 30 juillet 1897, par M. L. Vauthier, par M. de Coëne* (Extrait du Bulletin de la Société industrielle de Rouen, N° 3. Année 1898) (grand in-8° de 19 p., avec 3 pl.). Rouen, J. Griend et C^ie^, 1898.

38396 à 38402 — De M. D. Bellet (M. de la S.). *Annual Report of the Chief of Engineers United States Army, to the Secretary of War for the year 1895, in seven parts. Part I à VII* (7 vol. in-8°). Washington, Government Printing Office, 1895.

Digitized by Google

38403 — *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers; with other selected and abstracted Papers, Vol. CXXXIII, 1897-98. Part III* (petit in-8° de 523 p., avec 7 pl.). London, Published by the Institution, 1898.

38404 — Dito. *The Institution of Civil Engineers. Report of the Committee appointed on the 31 st. March 1896, to consider and Report to the Council upon the subject of the definition of a standard or standars of Thermal Efficiency for Steam-Engines* (petit in-8° de 37 p., avec 1 pl.). London, Published by the Institution, 1898.

38405 — *Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. Jahrgang, 1894. Neue Folge XXXI. Band* (in-4° de xxv-191 p.). Wien, Wilhelm Braumüller, 1898.

38406 — *Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. Jahrgang, 1897. Neue Folge XXXIV. Band* (in-4° de 149-39 p.). Wien, Wilhelm Braumüller, 1898.

38407 — *Annuaire des Conducteurs des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines. Personnel des Travaux publics, 1898. Cinquante-troisième édition* (Annales des Conducteurs et commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines. 42e année, N° 16, août 1898) (in-8° de 336 p.). Paris, Paul Dupont, 1898.

38408 — *XXIX Adressverzeichnis der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. polytechnischen Schule in Zürich. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes im Juli 1898* (in-8° de 260 p.). Zürich, Emil Cotti's Wve, 1898.

38409 — De M. A. Lecomte (M. de la S.). *Notice sur le Bunsen économique à basse pression, système A. Lecomte, avec étude analytique du Bunsen comme appareil d'entraînement des fluides, par A. Lecomte* (in-8° de 28 p., avec 1 pl.). Paris, P. Mouillot.

38410 — De M. P. Jannettaz (M. de la S.). *Écoles techniques Russes, par P. Jannettaz* (Bulletin de l'Enseignement technique, N° 18, 3 septembre 1898, pages 273 à 288). Paris, Nony et Cie.

38411 — De M. A. de Dax (M. de la S.), de la part de M. Soultanof. *Pamyatnike Imperatorou Aleksandrou II ve Kremlié Moskovskome za Professor N. Soultanove* (Izdanié Redakstchii Journal Stroitede) (grand in-4°, pages 561 à 748, avec 20 fig. et 5 pl.). Saint-Pétersbourg, 1898.

38412 — De M. E.-L. Corthell (M. de la S.). *Le commerce maritime. Son passé, son présent et son avenir. Mémoire dont lecture a été faite devant l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, lors de son cinquantième anniversaire, par Elmer Lawrence Corthell. Boston, Mass. U. S. A. Août 1898* (in-8° de 21 p., avec 4 pl.). Berne, Staempfli et C°, 1898.

Digitized by Google

38413 — De M. Howatson. *Purification et stérilisation des eaux alimentaires. Purification par les procédés Howatson. Stérilisation par le procédé Bergé* (grand in-8° de 16 p.).

38414 — De M. F. Arnodin (M. de la S.). *Traversée de la Seine maritime sur transbordeur, à la pointe de Tancarville, par F. Arnodin* (in-8° de 31 p., avec 1 pl. et 1 phot.). Orléans, Paul Pigelet, 1897.

38415 — De M. A. de Dax (M. de la S.), de la part de M. Kleim, Ingénieur. *M. P. S. Baltiïskaya i Psokovo-Rijskaya jéliézniiya doraghi. Alibome podvijnagho sostava, 1896 ghoda* (atlas de 106 pl.) format 270 × 400).

38416 — De M. A. de Dax (M. de la S.), de la part de M. J. Tourtsévitch (M. de la S.). *Dome dlya Oupravlenii sloujbii pouti Materialino i vratchebnoi Nikolaevskoi Jéliéznoi doroghi na S. Petersbourghskoi stantsii* (2 photog. format 145 × 225).

38417 — De MM. E. Bernard et C^ie^, éditeurs. *Annuaire des Mines, de la Métallurgie, de la Construction mécanique et de l'Electricité. Fondé en 1876, par Ch. Jeanson. Administrateur-Délégué, Jules Gougé. Édition 1898, 23^e^ année* (grand in-8° de 1 254 p.). Paris, E. Bernard et C^ie^, 1898.

38418 — Du Ministère de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts. *Programme du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements qui se tiendra à Toulouse en 1899 (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Comité des travaux historiques et scientifiques)* (grand in-8° de 18 p.). Paris, Imprimerie Nationale, juin 1898.

38419 — De MM. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. *L'art de découvrir les sources et de les capter, par E.-S. Auscher* (Bibliothèque des connaissances utiles) (in-16 de 278 p., avec 79 fig.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1899.

38420 — De MM. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. *La Fonderie, par U. Le Verrier* (Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire) (petit in-8° de 164 p. avec 26 pl.). Paris, Gauthier-Villars et fils.

38421 — *Société des Conducteurs, Contrôleurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Mines. Annuaire des Sociétaires. Septembre 1898. Bulletin N° 12* (in-8° de 148 p.). Paris, Société des Conducteurs des Ponts et Chaussées, 1898.

38422 — De M. A. Beghin. *Règle à calculs. Modèle spécial, de A. Beghin* (grand in-8° de IX-90 p.). Paris, E. Bernard et C^ie^, Tavernier-Gravet, 1898.

38423 — De M. Desjuzeur (M. de la S.). *Note sur quelques accidents d'appareils à vapeur, par M. Desjuzeur (Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur)* (in-8° de 32 p., avec 4 pl.). Lyon, A. Storck et C^ie^, 1898.

38424 — Dito. *Note sur deux explosions de lessiveuses de papeterie, par M. Desjuzeur (Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur)* (in-8° de 16 p., avec 4 pl.). Lyon, A. Storck et C^ie^, 1898.

Digitized by Google

38425 — De la Compagnie du gaz Riché. *Le gaz Riché. Ses applications industrielles, par Ch. Vigreux et Eug. Bardolle* (in-16 de 178 p.). Paris, Masson et Cie, 1898.

38426 à 38443 — *Annales du Syndicat des entrepreneurs de travaux publics de France. Journal bimensuel paraissant le 1er et le 15 de chaque mois. Année 1898. Nos 1 à 18.* Paris, 10, rue du Faubourg-Montmartre, 1898.

38444 — *Association internationale pour l'essai des matériaux. Statuts et État nominatif des Membres clôturé le 1er mai 1898* (in-8° de 64 p.). Zürich-Oberstrass, Fischer und Diggelmann.

38445 — De M. de Dax (M. de la S) de la part de M. Goloubeff, Directeur des Usines de Briansk, *Bryanskii relisoprokatniii staleliteiniii jéliézodiélateliniii i mékanitcheskiii zavode osnovane ve 1873 ghodon* (atlas de 90 phot. format 350 × 420).

38446 à 38456 — De M. N. Belelubsky (M. de la S.). *11 brochures traitant de sujets divers (en Russe).*

38457 — De MM. Guillaumin et Cie, éditeurs. *Annuaire de l'Economie politique et de la statistique. 1898, 55e année* (in-18 de 897 p.). Paris, Guillaumin et Cie, 1898.

38458 — De M. J. Massalski (M. de la S.). *VIIe Congrès international de navigation. Bruxelles 1898. Troisième section. Quatrième question. Dispositifs récents des dragues à grande puissance. Rapport par J. Massalski* (in-8° de 24 p., avec 5 pl.). Bruxelles, J. Goemaere, 1898.

38459 — De M. J. Gaudard. *Rapport du Jury pour l'examen des projets de concours relatifs à l'établissement des ponts de Chauderon à Montbenon, de l'École industrielle à la Caroline, de la Cathédrale à l'École de Médecine, par J. Gaudard, rapporteur* (in-8° de 90 p., avec 6 phot. et 1 pl.). Lausanne, Guilloud-Howard, 1898.

38460 à 38463 — De M. Desjuzeur (M. de la S.). *Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur. 19e année. Exercice 1894* (in-8° de 45 p.); *20e année. Exercice 1895* (in-8° de 45 p.); *21e année. Exercice 1896* (in-8° de 60 p.); *22e année. Exercice 1897* (in-8° de 62 p.). Lyon, A. Storck, 1895 à 1898.

38464 — *Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Algemeen Verslag van de Werkzaamheden, rekenning en verantwording, Commissien, enz. en naamlijst der leden, over het Instituutsjaar 1897-1898* (in-8° de 26 p.). Te's Gravenhage, J. H. van Langenhuysen, 1898.

38465 — De Spolku Architektu a Inzenyru v Krâlovstvi Ceském. *Vystava Architektury a Inzenyrstvi v Praze 1898. Hlavni Katalog a Prûvodce, Redaktar Josef Kafka* (in-8° de 353-VIII-164 p.). Praze, Ed. Gréga, 1898.

38466 — *Tables des matières contenues dans les Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand. Première série. Tomes 1 à XX. Années 1877-1897* (in-8° de 14 p.). Gand, Ad. Hoste, 1898.

Digitized by Google

38467 — *Ministère des Travaux publics. Direction des chemins de fer. Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1896. Documents divers. Deuxième partie. France. Intérêt local. Algérie et Tunisie* (in-4° de 454 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1898.

38468 — *Chambre de commerce de Dunkerque. Statistique maritime et commerciale du port et de la circonscription consulaire de Dunkerque. 1897* (in-8° de 143 p.). Dunkerque, C. Coddée, 1898.

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de juillet 1898 sont :

Comme Membres Sociétaires MM. :

| | | |
|---|---|---|
| S. Agniel, | présenté par MM. | Lahaye, Prevet, Reymond. |
| E. de Andrade, | — | Loreau, Alvim, Soares. |
| E.-A. Barbet, | — | Loreau, G. Dumont, Gallois. |
| A.-L. Baudet, | — | Amblard, Donon, Lantrac. |
| L.-A. Belmère, | — | Agache, Molinos, Parent. |
| C.-M. Bezançon, | — | J. Pierson, O. Pierson, P. Regnard. |
| Boghos Pacha Nubar, | — | Loreau, Anceau, Lequeux. |
| V.-F. Braga-Mello, | — | Loreau, Alvim, Soares. |
| L.-V. Brillié, | — | Badois, Belin, Fontaine. |
| A. Casse, | — | Loreau, Guilliot, E. Simon. |
| Ch.-M.-H. Champin, | — | De Bovet, Molinos, de Tedesco. |
| A. Courtin, | — | Dayras, Fayol, Pourcel. |
| G.-F. Darzens, | — | Armingeat, Mesureur, Picard. |
| L.-Ch. Declety, | — | Dessin, Marillier, Quiniou. |
| A.-M.-A. Defavrie, | — | Dumont, Baignères, Ménard-Saint-Yves. |
| A.-D. Dujardin, | — | Agache, Molinos, Parent. |
| L. Félix, | — | Desgrange, Maire, Kowalski. |
| Ch. Gadouleau, | — | Loreau, Eug. Simon, Badois. |
| H. Graftio, | — | Loreau, Général de Wendrich, de Dax. |
| A. Henry-Lepaute, | — | Loreau, Dumont, Henry-Lepaute. |
| A. Janet, | — | André, Jannettaz, Maglin. |
| N. Jitkevitch, | — | Loreau, Général de Wendrich, L. Rey. |
| Ch.-E. Joannis, | — | Du Bousquet, Keromnès, Luchard. |
| M. Imbert, | — | Jannettaz, Marboutin, Goldberg. |
| B. Kandiba, | — | Brandt, prince Chilkoff, de Timonoff. |
| G. Kleiber, | — | Brandt, Ghercevanoff, de Timonoff. |
| A.-F. Levavasseur, | — | Agache, Molinos, Parent. |
| J. de Lipkowski, | — | Loreau, Armengaud, Mougin. |
| P. Mimeur, | — | Jannettaz, Marboutin, Goldberg. |

Digitized by Google

B. de Minkewitch, présenté par MM. Loreau, général de Wendrich, de Dax.

H.-J. Nigri, — Loreau, Durand, de Dax.
D. Papa, — Dumesnil, Hennebique, Neveu.
L.-L.-P. Poitevin, — Jannettaz, Marboutin, Goldberg.
A. Robert, — Cormerais, Lotz-Brissonneau, Olivier.
H. de Rosen (baron), — Loreau, Dumont, Mesureur.
A. Rouffard, — Badois, Chollot, Grille.
A. Savary, — Loreau, Brûll, Mesureur, Rey, Reymond.
A.-E.-L. Sekutowicz, — Buquet, Hegelbacher, de Retz.
Ch.-A. Vigreux, — Badois, Belin, Fontaine.
P. Vincey, — Bonifay, Bonna, Michaut.

Comme Membres associés, MM. :

A.-P. Champin, présenté par MM. Ducastel, Legénisel, Walrand.
A. Chevalier, — Loreau, A. Moreau, Robinet.
J.-Ch. Hesbert, — Loreau, Chouanard, Vigreux.
J.-M.-H. de Larnaje (baron), — Loreau, de Chasseloup-Laubat, Badois.
E.-J. Lesueur, — Carimantrand, G. Lévi, A. Mallet.
P. Macé, — Dumont, Baignères, Labro.
G. Olmer, — Loreau, Chouanard, Vigreux.

Les Membres nouvellement admis pendant le mois d'octobre 1898, sont :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

D.-P. Adam, présenté par MM. Grand-Pacha, Guigon-Bey, Marchand-Bey.
E.-Ch. Amos, — Loreau, Doat, de La Vallée Poussin.
A.-M. Baucheron, — Loreau, Mesureur, Fontaine.
M.-J.-E. Belanger, — Doat, de La Vallée, Poussin Vautelet.
G. Brait de la Mathe, — Delaloe, Sartiaux, Tricoche.
F. Chambon, — Bailleux, Bonifay, Michaut.
H. Chasles, — André, Jannettaz, Maglin.
A. Costa da Cunha Lima, — Loreau, Duprat, Rey.
R. Desbarres, — Appert, Cottarel, L. Périssé.
J. Doré, — Doat, de La Vallée Poussin, Vautelet.
P. Doyle, — Loreau, Waddell, Rey.
G. Dupont, — Doat, de la Vallée Poussin, de Dax.
C. Favard, — Boutain, G. Delaporte, Pommier.
G. Festa, — Loreau, Dumont, Duprat.
G. Fiévé, — Piscat, Pozzi, Rochefort.
A. Garcia, — Chenut, Fraix, Hauet.

Digitized by Google

E. Gardel, présenté par MM. Demolon, Robert, Tissot.
P.-E. Georgeon, — Brulé, Centner, Foucart.
S. de Kareischa, — Belelubski, Ghercevanof, Jasinski.
A.-T. Kreiss, — Baignères, Cheronnet, Dumont.
L. Krieger, — Appert, Benac, Périssé.
L.-E. Lambert, — Couriot, Duchesne, Genès.
H.-E. Legat, — A. Piat, E. Simon, A. Thomas.
Ch.-F. Liagre, — Blot, Coutant, Vaugeois.
E. Marceau, — Doat, de La Vallée Poussin, Vautelet.
J.-M.-C. Marmaduke, — Doat, de La Vallée Poussin, Vautelet.
G. Ottoni, — Loreau, Alvim, Teixeira Soares.
T. Spencer, — Loreau, Badois, Duprat.
J. Tourtsevitch, — Jasinski, de Timonoff, Kannegiesser.
A. Valat, — Burguion, S. Périssé, Jacquin.
J.-E. Vanier, — Doat, de La Vallée Poussin, Vautelet.

Comme Membres associés, MM. :

J.-E. Geoffray, présenté par MM. Carié, Dumont, S. Périssé.
L. Lahorgue, — Loreau, Duprat, Mesureur.
M.-E.-L. Marchand, — Loreau, Belbezet, Colombier.

Digitized by Google

# RÉSUMÉ

DES

# PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE JUILLET 1898

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 1er JUILLET 1898

PRÉSIDENCE DE M. A. LOREAU, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de trois de nos Collègues :

M. F. Bauer, Membre de la Société depuis 1886 ; a été inspecteur des bâtiments civils, expert près le Conseil de Préfecture de la Seine, arbitre rapporteur près le Tribunal de Commerce de la Seine;

M. J. Engelmann, Membre de la Société depuis 1859; a été Ingénieur aux Ateliers de Saint-Martin, près Charleroi ;

M. Pascal Garnier, Membre de la Société depuis 1897 ; a été Ingénieur-chimiste et explorateur; nous a fait diverses communications, entre autres une toute récente sur les gisements houillers de la Nouvelle-Zélande; était fils de M. Jules Garnier, qui découvrit le nickel en Nouvelle-Calédonie.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

Officiers de l'Instruction publique : MM. A. Droit, Ch. Labro et G. Tresca;

Officiers d'Académie : MM. Fischer, Morand et L. de Seprès;

Conseillers du commerce extérieur de la France : MM. J. Bocquin, A. Droit, A. Egrot, Ch. Lorilleux, P. Maunoury, E. Turbot;

Membres du Conseil supérieur de l'Enseignement technique ; MM. H. Couriot, P. Decauville, F. Delmas, F. Reymond;

Digitized by Google

Membres des Comités d'admission de l'Exposition de 1900 : MM. A. Simon (classe 19), J. Bocquin (classe 55), Dorémieux (classe 65), M. Fourchotte (classe 75), J. Coignet (classe 87);

Membres des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux de 1900 : MM. P. Buquet, Ch. Driessens, P. Jacquemart, A. Laussedat, J. Manès, J. Mesureur, J. Pillet (section I, Éducation et Enseignement); G. Berger, F. Delmas (section II, Beaux-Arts, Arts décoratifs, Belles-Lettres, Art dramatique, Histoire, Archéologie); P. Garnier, H. Bouilhet, H. Fontaine, J. Grouvelle, A. Hillairet, S. Jordan, G. Maës, A. Poirrier, Ch. Weyher (section III, Sciences mathématiques); H. Couriot (section V, Sciences naturelles); L. Baclé, E. Bariquand, M. Bixio, L. Boudenoot, F. Bougarel, Ed. Bourdon, H. Bouruet-Aubertot, G. Broca, M. Cottenet, H. Desmons, A. de Dion, H. Garnier, A. Guillotin, E. Guyot-Sionnest, A. Huguet, J. Leblanc, Ed. Lippmann, A. Loreau, H. Menier, M. de Nansouty, A. Peugeot, F. Reymond, A. Rouart (section VII, Mécanique appliquée, Génie civil et militaire, moyens de transport); A. Bajac, E. Egrot, E. Lavalard, A. Moisant (section VIII, Sciences agricoles); H. Josse (section IX, Économie politique, Législation, Statistique); comte de Chambrun, E. Gruner, E. Mangini, S. Périssé, E. Trélat, Th. Villard (section X, Sciences sociales); E. Anthoine, J. Vallot (section XI, Colonisation et Sciences géographiques); E. Agache, L. Appert, Ch. Balsan, G. Denis, J. Japy, A. Liébaut, E. Péreire, A. Petitjean, Ch. Prévet, X. Rogé, Ch. Vincent (section XII, Industrie et Commerce en général).

Vice-Président du Comité supérieur de revision de l'Exposition de 1900 : M. A. Poirrier;

Rapporteur de la Commission supérieure des Congrès internationaux de l'Exposition de 1900 : M. L. de Chasseloup-Laubat.

M. le Président rappelle quels sont l'organisation et le fonctionnement de la Commission supérieure des Congrès à l'Exposition. Cette Commission comprend douze Comités spéciaux et un Comité supérieur ayant M. Boucher, ancien ministre, comme Président; MM. Moissan, Puvis de Chavannes et Siegfried comme Vice-Présidents; les douze Présidents de Comités comme Membres, et M. L. de Chasseloup-Laubat comme Rapporteur. Nous adressons tous nos compliments à notre Collègue, dont le choix a été dicté par les qualités dont il a fait preuve aux Expositions de Chicago et de Bruxelles.

M. le Président est heureux d'annoncer que M. Alfred Chevalier fait un don de 50 *f* à l'occasion de son admission à la Société. Il remercie notre nouveau Collègue.

Parmi les ouvrages reçus, M. le Président signale les suivants :

De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs, *Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles, publié sous la direction de Ch. Vigreux, Construction*, par MM. Ch. Milandre et R.-P. Bouquet;

De M. H. Farjas, *Annuaire Farjas pour les inventeurs*, 1re année, 1898.

Digitized by Google

M. LE PRÉSIDENT donne avis des communications suivantes :

1° M. le Ministre des Travaux publics fait connaître un projet, dû à l'initiative d'un de nos compatriotes, pour le creusement d'un canal de Téhuantépec à la frontière du Guatémala. L'analyse en a paru au *Journal Officiel* du Mexique à la date du 24 décembre 1897 ;

2° M. Lefort, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Nantes, et Président des troisième et quatrième sections du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, invite les Membres de la Société à prendre part aux travaux de ces sections, qui comprennent la navigation ainsi que le génie civil et militaire. Le Congrès se tiendra à Nantes du 4 au 11 août ;

3° La Société industrielle du Nord de la France publie le programme des questions proposées pour le concours de 1898 ; ce programme est déposé au Secrétariat ;

4° M. E. Cacheux signale une intéressante Exposition qui s'ouvrira a La Haye le 9 juillet prochain. La caractéristique de cette Exposition est de montrer les travaux qui peuvent être exécutés par la femme ; elle est due à une Société qui a pour but d'aider les femmes à se créer des situations indépendantes et à améliorer leur sort. Notre Collègue se propose de visiter cette Exposition et de faire, à la rentrée, une communication sur son voyage en Belgique et en Hollande ;

5° M. Grosseteste demande qu'il soit établi au siège de la Société une collection d'instruments de mesure pour faciliter les recherches, surtout celles des jeunes ingénieurs. Avec sa proposition, notre Collègue nous adresse un indicateur de Watt. M. LE PRÉSIDENT signale cette demande à l'attention de la Société et remercie M. Grosseteste de son envoi : c'est un commencement de collection que nous serons heureux de voir se développer.

M. LE PRÉSIDENT dit que M. le sénateur F. Reymond lui a demandé la parole pour une communication qui ne figure pas à l'ordre du jour. Néanmoins, par déférence pour notre ancien Président, il lui donne la parole.

M. LE SÉNATEUR REYMOND s'exprime ainsi :

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Quoi que puisse penser et dire notre cher Président et malgré ses protestations dont nous prenons acte, l'ordre du jour appelle une communication qui, — il faut le reconnaître, — n'a aucun caractère scientifique, aucun caractère technique, mais qui présente néanmoins, pour la Société, un intérêt moral incontestable.

Vous venez de célébrer, avec un éclat et un succès inespérés, le Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs Civils de France.

Réceptions de vos invités, conférences, visites des grands chantiers de Paris, fêtes, banquets, discours, présentation au Chef de l'État, inauguration du monument élevé à la mémoire de notre illustre fondateur, tout s'est accompli sous une forme et dans un ordre absolument parfaits.

Des inoubliables journées des 10, 11, 12 et 13 juin 1898, le souvenir restera profondément gravé dans vos esprits.

Digitized by Google

Il se retrouvera, pour vos successeurs, dans les pages de vos bulletins.

Votre Bureau et votre Comité ont voulu qu'exceptionnellement, pour celui qui, plus que personne, avait été à la peine et à l'honneur, il fût gravé sur l'inaltérable métal.

Ils ont voulu qu'une médaille d'or frappée au coin de la Société fût offerte, au nom de tous, à celui en qui s'est incarnée un instant la vie passée, présente et future de la Société, à celui qui s'est montré le fidèle et éloquent interprète de nos souvenirs et de nos inspirations, à notre cher Président Loreau.

Vos quatre Vice-Présidents m'ont chargé de la remise officielle de la médaille. Voici la lettre qu'ils ont adressés à tous les membres :

« Cher Collègue,

» Le Comité, dans sa séance du 17 courant, a décidé de témoigner sa » reconnaissance à M. Loreau, notre Président, en lui offrant, au nom » de la Société, une Médaille d'or comme souvenir de nos belles Fêtes » du Cinquantenaire, qu'il a si bien organisées et présidées.

» Cette Médaille lui sera remise par l'un de nos anciens Présidents, » dans la séance de vendredi prochain, 1er juillet, et nous espérons que » vous voudrez bien témoigner par votre présence des sentiments qui » nous animent tous envers notre Président.

» Veuillez agréer, cher Collègue, l'assurance de nos meilleurs et plus » dévoués sentiments.

» Les Vice-Présidents :

» G. Dumont, L. Rey, E. Badois, J. Mesureur. »

C'est un grand honneur qui m'est fait et j'en sens tout le prix.

Mon cher Président,

Avant de déposer en vos mains cette médaille, permettez-moi de rappeler d'un mot les marques de chaude sympathie dont vous avez été l'objet et dont nous voulons qu'elle soit l'expression commémorative.

Eloges venus de haut, paroles flatteuses murmurées à l'oreille, poignées de mains amicales, applaudissements... et jusqu'aux sourires des dames qu'à la chapelle du Conservatoire, vous avez su, *ex cathedrâ*, captiver et charmer, tout vous a été prodigué. Je n'insisterai donc pas, et j'épargne votre modestie.

Mais ce que je vous dois, ce que je dois à la Société, c'est de vous exprimer sa profonde gratitude.

Nous vous sommes reconnaissants, et, je le dis bien haut, nous sommes fiers de la façon magistrale dont vous avez su nous représenter, nous diriger et nous mettre en lumière.

On vous voyait partout et toujours où il fallait être : le matin, à l'Elysée ou dans les Ministères, réclamant, avec les formes persuasives et insistantes dont vous avez le secret, les récompenses honorifiques que la fin d'un règne ministériel faisait rares; quelques instants après, vous étiez parmi nous, auprès de vos invités, empressé pour tous, gracieux pour chacun.

Le zèle intelligent, la remarquable faculté d'organisation, la bonne grâce dont vous avez fait preuve n'ont pas été dépensés en pure perte, et notre Société en recueille largement le profit.

Digitized by Google

Déjà de l'autre côté des mers et sur les points les plus éloignés de l'Europe, les hommes éminents venus à nous pendant le Congrès ont pu reporter l'impression du bon accueil qu'ils ont reçu des Ingénieurs Civils de France, en même temps que du charme, du talent de parole et de l'esprit d'à-propos de leur Président.

Déjà, et à l'heure même où il assistait à une de nos séances, le Chef de l'État, en arrachant au Ministre qui l'accompagnait, une croix de la Légion d'honneur habilement dissimulée jusque-là, pour la placer sur la poitrine si digne de la recevoir de notre cher Vice-Président Rey, vous prouvait à la fois l'utile impression laissée dans les milieux officiels par vos actives démarches de la veille et l'effet décisif de votre éloquent exposé de l'œuvre accomplie par nos aînés et par nous dans la seconde moitié de ce siècle.

Oui ! tout cela se dit, se répète et nous grandit.

Oui ! nous vous sommes reconnaissants et nous sommes fiers de vous.

Au nom du Bureau et du Comité, à qui je vous laisse soin de rendre l'hommage dû à leur concours si intelligent et si dévoué; au nom de la Société tout entière, j'ai l'honneur et la joie de vous remettre ce témoignage de nos inaltérables sentiments de confraternelle et cordiale affection.

Et s'il m'est permis d'exprimer un vœu, je demande que pour laisser à chacun de nous une part du souvenir exclusivement réservé, dans la pensée première du Comité, à vous, à votre famille et à vos arrière-neveux, je demande qu'un fac-similé de la médaille que je dépose en vos mains, soit reproduit au procès-verbal de la séance, dans le bulletin de notre Société. *(Salves d'applaudissements.)*

M. le Président Loreau répond en ces termes :

Mes chers Collègues,

Quand j'ai appris que l'on avait, à mon insu, intercalé dans le *Procès-verbal* certaine feuille de couleur qui vous conviait à venir ce soir entendre les choses charmantes qui me seraient dites, j'ai vivement protesté contre l'atteinte portée aux droits du Président. On m'a fait valoir que les droits de l'amitié étaient les plus forts, que, d'ailleurs, il était trop tard pour rien changer. J'ai dû me rendre, et comment, à l'heure actuelle, ne pas oublier mes griefs d'hier ?



Digitized by Google

Nombreux vous avez répondu à l'appel de nos trop aimables Vice-Présidents ; par vos bravos vous avez approuvé, souligné les paroles éloquentes et amicales de notre ancien et sympathique Président M. le Sénateur Reymond. Je ne puis plus que dire bien cordialement merci, à vous, mon cher Sénateur, et à vous, mes chers amis ; mais quant aux causes de l'incontestable succès de notre cinquantenaire, permettez-moi de les apprécier à mon tour.

C'est au nom de notre grande et chère Société, que les invitations furent faites, c'est sa bonne organisation, sa grandeur croissante, son travail fécond, que les étrangers ont voulu reconnaître en déléguant auprès de vous, leurs membres les plus éminents et quand votre Président prenait la parole, — vous avez bien voulu le confirmer il n'y a qu'un instant, — il était votre exact interprète, il développait des pensées qui étaient non seulement les siennes propres, mais les vôtres à tous. C'est donc à moi de vous remercier bien sincèrement de m'avoir apporté tant de matériaux si riches, qu'il fut aussi attrayant que facile de mettre en œuvre.

Merci à vous, mes chers Collègues du Bureau, du Comité, de la Commission spéciale. C'est pour moi une joie bien réelle de rappeler cette collaboration intime, constante, s'étendant à tout, au côté technique comme au côté moral de notre fête.

Merci aux souscripteurs nombreux qui, si rapidement, si largement, ont assuré la facile exécution de notre programme.

Merci aux auteurs du « Livre du Cinquantenaire » si utilement, si brillamment réalisé.

Merci à vous, enfin, qui par votre présence, par la révélation de cet esprit de concorde, d'union, qui nous anime tous, avez fait planer sur ces belles journées ces sentiments d'amitié et de reconnaissance qui ont si profondément touché nos hôtes, et qui, de toutes parts, nous ont amené de si hauts, de si encourageants témoignages de sympathie.

Mais, je m'arrête.

Le compte rendu du Cinquantenaire que prépare notre excellent Vice-Président, M. Dumont, nous fera repasser par toutes les attrayantes émotions de nos journées de juin.

Vous m'avez fait le grand honneur de me confier votre drapeau ; je ne pouvais rêver mieux que le témoignage d'approbation que vous voulez bien m'apporter aujourd'hui, et ne puis vous dire ma reconnaissance qu'en vous assurant de mon entier, de mon absolu dévouement.

Sur la médaille que vous voulez bien me remettre, mon cher Sénateur, notre Génie civil est bien légitimement représenté : c'est un génie toujours jeune, ardent, épris de nouveauté. Il nous invite à continuer notre œuvre et nous ne pouvons mieux faire que de reprendre le cours de nos travaux en donnant la parole à M. l'Inspecteur général Forestier qui veut bien nous apporter sur l'automobilisme les renseignements de la toute dernière heure, et en introduisant dans nos réunions le concours de la cinématographie. Le cinématographe a déjà fonctionné à la fin de notre banquet, où nous avons vu les projections animées des divers incidents de nos visites pendant la journée même. La presse en a parlé comme d'un tour de force bien réussi ; ce tour de force est dû à

Digitized by Google

M. l'Ingénieur Gaumont. On a cité des exemples analogues en Amérique, mais nous avons battu d'une heure le record détenu par les Américains.

Mes chers Collègues, encore une fois merci. Cette soirée restera dans les meilleurs moments de ma vie. Le moyen de vous prouver ma reconnaissance est de continuer à vous apporter mon dévouement le plus complet, le plus entier, le plus absolu. *(Applaudissements prolongés.)*

M. LE PRÉSIDENT fait exécuter une série de projections cinématographiques : sortie de l'hôtel de la Société pendant les fêtes du Cinquantenaire, visite en bateau des chantiers sur les rives de la Seine, défilé des fiacres automobiles. Il explique que la difficulté a été le séchage des bandes : celles qui montrent les automobiles conduisant les délégués étrangers au Trocadéro ont été traitées par l'alcool et ont été détériorées en quelques endroits ; les autres bandes ont été séchées à l'air chaud, et sont plus nettes. Il annonce que le Comité a voté un crédit pour le remplacement de notre appareil de projection, qui a fourni une longue campagne.

Puis M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. l'Inspecteur général G. Forestier qui veut bien, avec l'agrément du Comité de l'Automobile-Club de France, nous apporter la primeur de son *Rapport sur le concours des Fiacres automobiles.*

Ce rapport sera inséré *in extenso* au *Bulletin.*

M. LE PRÉSIDENT remercie vivement M. G. Forestier et le Comité de l'Automobile-Club. Il les félicite de leur heureuse initiative et des résultats remarquables qui viennent d'être mis en évidence.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. E. Diligeon pour sa communication sur *les Automobiles.*

M. E. DILIGEON s'attache à étudier les différents organes, et en particulier les transmissions, de façon à éviter les pannes. Il donne de nombreux renseignements basés sur l'expérience. Sa communication sera insérée au *Bulletin.*

M. LE PRÉSIDENT remercie M. E. Diligeon des considérations qu'il vient de développer. Après cette communication pratique figure à l'ordre du jour une communication théorique de M. R. Soreau sur *la Vapeur, le Pétrole et l'Électricité dans les Automobiles.* En raison de l'heure avancée et de l'étendue de cette communication, M. LE PRÉSIDENT, d'accord avec l'Assemblée, la remet à la prochaine séance.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. S. Agniel, A.-L. Baudet, Ch.-M.-H. Champin, A. Janet, N. Jitkevitch, G. Kleiber, D. Papa, baron H. de Rosen, A. Savary, L. Sekutowicz, comme membres sociétaires, et de MM. C.-M. Bezançon, A.-P. Champin et P. Macé, comme membres associés.

MM. A. Courtin, L.-Ch. Declety, A.-M.-A. Defavrie, L. Félix, Ch. Gadouleau, Ch.-E. Joannis, A. Rouffart, M. Imbert, P. Mimeur, L.-L.-P. Poitevin, E. de Andrade, E.-A. Barbet, L.-A. Belmère, V.-F. Braga-Mello, L.-V. Brillié, A. Casse, G.-F. Darzens, A.-D. Dujardin, H. Graftio,

Digitized by Google

A. Henry-Lepaute, B. Kandiba, A.-F. Levavasseur, J. de Lipkowski, B. de Minkewitch, H.-J. Nigri, Boghos Pacha Nubar, A. Robert, Ch.-A. Vigreux sont reçus membres sociétaires, et MM. A. Chevalier, J.-Ch. Hesbert, baron J.-M.-H. de Larnage, E.-J. Lesueur, G. Olmer, P. Vincey, membres associés.

**La séance est levée à 10 heures trois quarts.**

*Le Secrétaire,*
R. Soreau.

---

# PROCÈS-VERBAL
DE LA
# SÉANCE DU 22 JUILLET 1898

Présidence de M. A. Loreau, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. A. de Marchena à propos du compte rendu, par M. F. Delmas, du système de couverture vitrée sans mastic de M. Murat. Notre Collègue signale un système analogue, dit Eclipse, employé en Angleterre sur plus de 500 000 $m^2$, notamment aux stations de Central London et de Blackpool. M. de Marchena envoie des échantillons.

M. le Président remercie M. Guerrero, délégué des Ingénieurs portugais aux fêtes du Cinquantenaire, d'avoir bien voulu venir ce soir parmi nous, et l'invite à prendre place au Bureau.

M. le Président a le regret d'annoncer le décès de :

M. E. Schwartzweber, membre de la Société depuis 1883; a été Inspecteur attaché au service technique de la Société des Téléphones et Ingénieur chimiste;

M. A. Pollok, membre de la Société depuis 1884, victime de la catastrophe de la *Bourgogne*. En nous faisant part de cette perte, notre ancien Président, M. Léon Appert, écrit ce qui suit :

« Sorti de l'École Centrale en 1852, où il était entré après de fortes études faites en France, Anthony Pollok alla se fixer aux États-Unis où il espérait, non sans raison, donner plus rapidement carrière à son énergique et puissante volonté; il y acquérait rapidement une situation hors pair, et, depuis quarante années, il n'est pas de hautes questions de droit industriel ou de propriété littéraire dans lesquelles il n'ait eu à intervenir comme conseil, le plus souvent comme défenseur ardent et convaincu des intérêts de nos compatriotes et de nos Collègues.

Digitized by Google

« La Société fait en Pollok une perte difficilement réparable, que ressentiront vivement tous ceux de nos Collègues établis aux États-Unis, dont il avait su se faire l'appui et le conseil toujours écouté. »

M. LE PRÉSIDENT ajoute que la Société s'associera à l'hommage rendu à notre Collègue, victime d'une catastrophe qui a été un deuil national et dont nous devons avoir à cœur de prévenir le retour; c'est dans ce but que le Bureau a accueilli avec empressement la communication que fera tout à l'heure notre Collègue M. Duchesne.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

M. E. Stein a été nommé chevalier de la Légion d'honneur, à l'occasion de l'Exposition de Bruxelles;

M. J. Fleury a été nommé membre de la Commission instituée en vue de l'examen des demandes de concessions territoriales dans les possessions d'outre-mer;

M. C. Cavallier a été nommé conseiller du commerce extérieur de la France.

M. LE PRÉSIDENT annonce que notre Collègue M. J. Bocquin, nommé conseiller du commerce extérieur, se met à notre disposition pour tous renseignements sur les affaires industrielles et commerciales de la Russie, et spécialement des régions de Varsovie et de Kiew.

Parmi les ouvrages reçus, M. LE PRÉSIDENT signale les suivants :

De M. A. Brüll, *The Mineral Industry its statistics, Technology and Trade for 1895*. Annual vol. IV;

De M. Ed. Hirsch, *Législation et Jurisprudence administratives concernant l'électricité dans ses différents usages;*

De M. Armengaud aîné, *Le Canal d'irrigation du Rhône et les eaux de Nîmes, de Paris et de Londres. Études du Canal et Description des travaux exécutés à Nîmes pour la distribution des eaux du Rhône filtrées. État actuel de la question des eaux à Paris et à Londres*, par Aristide Dumont, 2e édition;

De M. G. Crugnola, *Società Italiana per le Strade ferrate del Mediterraneo. Servizio delle costruzioni, Relazione sugli studi e lavori eseguiti dal 1885 al 1897*. Volume et atlas.

Dans une pensée bienveillante que la Société appréciera, la famille de notre ancien Président Gottschalk a bien voulu mettre à notre disposition les ouvrages pouvant nous intéresser. Ces ouvrages, au nombre de 321, traitent plus spécialement de la question des chemins de fer.

Enfin, M. G. DUCLOUT, en nous remettant 27 vues photographiques du *Port de Buenos-Aires*, et le *Règlement dudit port*, a bien voulu les accompagner de la notice suivante :

« La construction du port de Buenos-Aires a été commencée sérieusement en 1874. A cette époque il ne pouvait arriver jusqu'à terre que des barques ayant moins de 0,50 *cm* de tirant d'eau.

» La législature de la province de Buenos-Aires destina, pour commencer, 2 500 000 *f* à la canalisation d'une petite rivière, appelée le Riochuelo de Barracas, qui limitait Buenos-Aires au sud-ouest. Mais

Digitized by Google

les travaux prirent bientôt une beaucoup plus grande importance, et l'on résolut d'abord d'employer 50 millions à terminer le port du Riochuelo et le canal d'entrée avec 6,40 *m* de tirant d'eau à eau basse. Plus tard, les crédits furent augmentés de 100 millions pour la construction de bassins et de docks tout le long de la rivière et de la ville, et d'un deuxième canal d'entrée.

» Aujourd'hui tous ces travaux sont presque entièrement terminés ; la République Argentine a dépensé plus de 200 millions de francs à la construction de ce port principal, accessible actuellement à des bateaux de 6,40 *m* de tirant d'eau.

» Le trafic du port de Buenos-Aires qui, en 1893, s'élevait à peine à 3 millions de tonnes, est aujourd'hui de plus de 8 millions de tonnes (8 121 000), dont 6 millions pour la navigation d'outre-mer.

» Les vues photographiques envoyées à la Société donnent une idée de l'intérêt de ce trafic et de l'importance des constructions exécutées. Le port est doté de deux bassins de carénage, l'un de 180 et l'autre de 200 *m* de longueur, d'un service complet de grues et cabestans hydrauliques d'une puissance variant de 1,5 *t* à 30 *t*. Tout le port est éclairé à la lumière électrique ; il est muni de dépôts pour recevoir facilement 5 millions de tonnes de marchandises, sans compter des dépôts particuliers de charbon qui sont constamment pourvus d'une quantité que je n'estime pas inférieure à 60 ou 100 000 *t*.

» A signaler, comme construction remarquable, le dépôt des produits du pays construit dans le Riochuelo, près du pont de Barracas ; ce dépôt a coûté plus de 5 millions de francs à la Société anonyme qui le possède. »

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'un Congrès d'hydrologie, de climatologie et de géologie se tiendra à Liège, du 25 septembre au 3 octobre. Le programme est déposé au Secrétariat où ceux de nos Collègues désireux d'assister à ce Congrès pourront se faire inscrire. Sur la liste de nos délégués figurent déjà MM. Bergeron, Chalon, Coiseau, P.-L. Guéroult et Lippmann.

M. LE PRÉSIDENT donne communication d'une lettre où M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes fait connaître qu'à la suite des réclamations des Compagnies de navigation desservant le port d'Alexandrie, l'Administration des chemins de fer égyptiens (qui est la même que celle du port), va mettre en chantier un certain nombre de pontons. En outre, un plan d'agrandissement du port, qui permettrait à seize navires de plus d'accoster les quais, est adopté en principe et sera probablement exécuté à bref délai.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. le Ministre de sa communication. Puis il annonce que six obligations de la Société, nos 767 à 772, au porteur, sont déposées entre les mains d'un notaire chargé de liquider une succession ; elles ont été proposées à la Société, qui a fait une offre au-dessous du pair : le notaire a refusé, ce qui prouve que nos actions sont bien cotées, puisqu'on ne veut pas les vendre au-dessous de 500 *f*. Ceux de nos Collègues qui désireraient s'en rendre acquéreurs peuvent s'adresser au Secrétariat.

Digitized by Google

M. LE PRÉSIDENT donne avis que, suivant l'usage, les bureaux et la bibliothèque seront ouverts pendant les vacances de 9 heures à midi et de 1 heure et demie à 5 heures.

M. LE PRÉSIDENT rend compte de la réception des Membres du Bureau par le nouveau Ministre des Travaux publics. M. le Ministre a fait aux représentants de la Société l'accueil le plus cordial, et les a chargés de lui apporter le témoignage de sa sympathie ; il a bien voulu les assurer qu'il connaît la valeur de notre Association, et qu'il se félicite d'entrer en relations avec nous par la régularisation du décret nommant notre excellent Vice-Président M. L. Rey au grade de chevalier de la Légion d'honneur.

M. LE PRÉSIDENT est persuadé d'être l'interprète de la Société en adressant, en séance, nos remerciements à M. le Ministre. *(Approbation unanime.)*

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. R. Soreau pour sa communication sur *la Vapeur, le Pétrole et l'Electricité dans les automobiles.*

M. R. SOREAU examine les deux questions suivantes :

1° Quels sont, au point de vue des automobiles, les mérites et les inconvénients actuels des divers moteurs de production de la puissance motrice ?

2° Quels perfectionnements est-on, dès maintenant, en droit d'espérer?

Sans prétendre résoudre ces questions d'une façon trop absolue (ce qui serait téméraire en l'état actuel d'une industrie qui date de quinze ans à peine), M. Soreau étudie le problème d'une façon générale, au double point de vue de ce que M. Clarke a si justement appelé l'anatomie et la physiologie des moteurs. Il donne des renseignements sur le nouveau générateur Serpollet, insiste sur les différentes phases du cycle des moteurs à pétrole, montre pourquoi et comment M. Diesel a imaginé son remarquable dispositif qui triple le rendement thermique ; enfin il examine les moteurs électriques et analyse les principaux résultats mis en évidence par le récent concours de fiacres.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Soreau de cette communication d'actualité. Puis il donne la parole à M. E. Duchesne pour présenter, à propos de la terrible catastrophe de la *Bourgogne*, de brèves observations sur *la construction et le compartimentage des coques des grands navires actuellement en service.*

M. E. DUCHESNE rappelle l'abordage, par temps de brume, qui vient de causer la perte cruelle de la *Bourgogne*, l'un des plus beaux navires de la Compagnie Transatlantique française. Il y a là une de ces navrantes fatalités qui frappent à tour de rôle et sans exception les marines de tous les peuples du globe. Mais on ne peut se désintéresser des progrès possibles qui tendraient à diminuer les chances de retour de pareilles catastrophes.

L'expérience a prouvé qu'il est très difficile d'éviter les abordages par temps de brume, aussi bien le jour que la nuit. Les signaux phoniques sont, jusqu'ici, les seuls qui soient à peu près universellement usités et, cependant, ils sont bien insuffisants par suite des répercussions mul-

Digitized by Google

tiples des ondes sonores qui semblent venir parfois d'un côté absolument différent de celui où elles sont produites; M. Duchesne est d'avis qu'il y a grand intérêt à perfectionner ces signaux, mais il pense que c'est d'un autre côté qu'il faut chercher le remède efficace, qui doit agir sans l'intervention du personnel du bord. La vie des hommes de mer est très dure, très méritoire, et il n'est que juste de leur donner des navires en lesquels ils puissent avoir toute confiance.

C'est pourquoi il vient conjurer nos Collègues de vouloir bien lui prêter leur concours éclairé pour essayer d'établir des règles de construction capables d'assurer une insubmersibilité presque absolue aux grands navires d'abord (car ce sont eux qui renferment à la fois le plus grand nombre de vies humaines), puis plus tard aux petits navires, dont les marins et les passagers sont aussi intéressants.

M. Duchesne estime qu'en remplaçant le compartimentage transversal par un double compartimentage longitudinal spécialement étudié, on approcherait beaucoup de la solution cherchée. Assurément, ce serait augmenter le prix des navires, mais ce cerait aussi assurer une plus grande sécurité, et de pareils navires draineraient tous les voyageurs et toutes les marchandises de prix, ce qui compenserait largement les dépenses de construction; l'armateur et surtout l'humanité en bénéficieraient.

M. LE PRÉSIDENT remercie notre Collègue de la pensée élevée qui a inspiré sa communication. Nous nous associons de grand cœur à son programme, et nous ferons tous nos efforts pour hâter l'étude des moyens préventifs qu'il préconise ; nous nous y emploierons même, s'il est possible, sans attendre la rentrée.

M. LE PRÉSIDENT invite ensuite M. Bertin, Directeur des Constructions navales, chef du Service technique au Ministère de la Marine, à prendre la parole.

M. LE DIRECTEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES expose en peu de mots la question du cloisonnement, ses difficultés, le danger de chavirer inhérent à l'emploi des grandes cloisons longitudinales. La ceinture de cellules en abord donnerait dans certains cas une protection efficace. Il faut multiplier aussi le cloisonnement transversal, ressource suprême contre les collisions profondes. Il faut, comme le demande M. Duchesne, en présence des grandes catastrophes, poursuivre toutes les recherches qui, si elles n'en préviennent pas le retour, en atténueront de plus en plus les désastreuses conséquences.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. le Directeur des Constructions navales d'avoir bien voulu se rendre à notre invitation et d'avoir apporté l'appui de sa haute compétence aux mesures proposées par M. Duchesne.

Puis il donne la parole à M. F. Drouin pour sa communication sur la *Traction électrique des tramways par accumulateurs à charge rapide.*

M. F. DROUIN décrit le système de traction par accumulateurs employé sur les trois lignes de la Madeleine.

Cette installation, faite en 1896 par la Société Industrielle des Moteurs électriques et à vapeur, diffère des systèmes employés jusqu'ici par le

Digitized by Google

fait que la charge s'effectue très rapidement, aux têtes de ligne, pendant le stationnement des voitures.

Avant de la décrire en détail, M. Drouin parle du système de traction mixte par trolley et accumulateurs, qui a conduit à la réalisation des batteries à charge rapide. Les tramways de Hanovre, Dresde, etc., fonctionnent dans ces conditions. Une série d'essais comparatifs, faits par M. Ross, a démontré que ce système donne des résultats très satisfaisants.

Ce mode de traction n'était pas applicable sur les lignes de la Madeleine, où le trolley n'était pas autorisé. D'autre part, le système ordinaire par batteries amovibles ne pouvait convenir, puisqu'il eût fallu trois stations ou trois sous-stations de chargement et de manipulations de batteries. On a adopté un système qui permet de charger les voitures sur la voie publique, pendant les quelques minutes d'arrêt à la station terminus. Le régime intensif auquel l'accumulateur se trouve soumis dans cette charge rapide nécessite des dispositions particulières qui, dans l'accumulateur Tudor, sont les suivantes :

1° Emploi d'électrodes à très grande surface ;

2° Charge à voltage constant, et utilisation d'une partie seulement de la capacité maxima de la batterie.

Les voitures employées pèsent en charge 14 *t*, dont 3 600 *kg* d'accumulateurs. La batterie comporte 200 éléments disposés sous les banquettes. Un petit tableau permet de mettre la batterie en communication soit avec le circuit de décharge, soit avec le circuit de charge ; ce dernier comprend deux câbles souples qui se raccordent à une borne de chargement communiquant avec l'usine par l'intermédiaire de feders souterrains. La tension de charge est de 600 volts. L'usine est située quai National, à Puteaux, et comprend trois groupes électrogènes de 120 kilowatts.

Après avoir projeté différentes vues de voitures et de l'usine, et indiqué les principaux renseignements recueillis au cours de l'exploitation de ces tramways, M. Drouin termine par l'exposé d'expériences entreprises en vue de déterminer la résistance des voitures à la traction.

Il en résulte qu'en palier et en ligne droite cette résistance, y compris celle du moteur tournant à vide, peut se représenter entre 5 et 25 *km* par la formule :

$$R = 3 + 0{,}16v,$$

R étant exprimé en *Kg* par tonne et $v$ en kilomètres à l'heure.

La résistance R′ de la voiture seule est :

$$R' = 0{,}94\,R.$$

Quelques expériences ont eu lieu en courbes. Les résultats varient beaucoup suivant l'état du rail, le dévers, etc.; à 10 *km* à l'heure et sur une courbe de 40 à 45 *m*, la résistance atteint environ 25 *kg* par tonne. La résistance dans une courbe sans dévers paraît d'ailleurs croître très rapidement avec la vitesse.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Drouin de sa très intéressante et très complète communication.

Digitized by Google

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. G. Braith de la Mathe, F. Chambon, H. Chasles, A. Costa da Cunha Lima, R. Desbarres, G. Festa, G.-E. Fiévé, J. Foursevitch, S. de Kareischa, H.-D. Legat, G.-B. Ottoni, T. Spencer, comme membres sociétaires, et de MM. J.-T. Geoffray et L.-J. Lahorgue comme membres associés.

MM. S. Agniel, A.-L. Baudet, Ch.-M.-H. Champin, A. Janet, N. Jitkevitch, G. Kleiber, D. Papa, baron de Rosen, A. Savary, L. Sekutowicz, sont reçus membres sociétaires, et MM. C.-M. Bezançon, A.-P. Champin et P. Macé, membres associés.

**La séance est levée à 11 heures et demie.**

*Le Secrétaire,*
R. Soreau.

Digitized by Google

# RÉSUMÉ

DES

# PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS D'OCTOBRE 1898

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 7 OCTOBRE 1898

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

M. LE PRÉSIDENT signale que les photographies projetées lors de la récente communication de M. Belelubsky se rapportent à la ligne Moscou-Vologda-Arkangel, contrairement à l'indication donnée au procès-verbal de la séance du 17 juin.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret de faire part du décès d'un nombre malheureusement très grand de nos Collègues :

M. A. Bert, Membre de la Société depuis 1883; a été négociant et armateur au Havre;

M. E.-F. Delaperrière, Membre de la Société depuis 1881; a été artificier du gouvernement;

M. A.-P. Doyen, Membre de la Société depuis 1896; a été entrepreneur de serrurerie;

M. A. Fernique, Membre de la Société depuis 1864, chevalier de la Légion d'Honneur, professeur à l'École Centrale, photographie industrielle;

M. Ch. Grébus, Membre de la Société depuis 1875; correspondant de la Société en Espagne, chevalier de la Légion d'Honneur, grand-croix d'Isabelle la Catholique, décoré du Mérite militaire; a été Ingénieur au Nord de l'Espagne, au P.-L.-M., puis à la Compagnie Madrid-Saragosse-Alicante, dont il est devenu Directeur général; a été Président de la Société française de Madrid;

M. E.-H. Lacaille, Membre de la Société depuis 1892; a été filateur;

M. P. Labouverie, Membre fondateur de la Société (1848);

M. L.-A. Lambert, Membre de la Société depuis 1895; a été Ingénieur représentant de MM. Bouchacourt et Cie;

M. F. Parent, Membre de la Société depuis 1872; a été Ingénieur-Directeur des mines d'Aller;

Digitized by Google

M. E.-V. Pierron, Membre de la Société depuis 1885, officier de la Légion d'Honneur; a été Ingénieur des constructions métalliques à l'Exposition de 1889, Architecte-Voyer en chef adjoint de la Ville de Paris.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

Ont été nommés Chevaliers de la Légion d'Honneur, MM. H. Boucheron, H. Desmons, P.-E. Ory, P. Vincey;

Officiers de l'Instruction publique, MM. A. Tresca, H.-A. Legénisel;

Officiers d'Académie, MM. E. Falgairolle, A. Coze;

Officier du Mérite Agricole, M. A.-E. Simon;

Chevaliers du Mérite Agricole, MM. J. Carimantrand, Ch. Jablin-Gonnet, A. Philippe, A.-Ch. Thiré;

Commandeur de Saint-Stanislas de Russie, M. P. Charpentier;

Commandeur du Nicham Iftikar, M. F. Arnodin;

Officier du Cambodge, M. J.-M. Bel;

Membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, M. Th. Villard;

Membres de la section permanente du Comité consultatif des chemins de fer pour 1898-99, MM. E. Lahaye, F. Reymond;

Membres du Comité consultatif des chemins de fer, MM. H. Fayol, E. Grüner, E. Lahaye, Ch. Prevet, F. Reymond, X. Rogé;

M. L. Langlois a reçu de la Société des anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers une seconde médaille d'or pour sa communication sur la rupture du barrage de Bouzey.

M. LE PRÉSIDENT informe que, par une erreur de plume, M. A. Drion, Ingénieur diplômé de l'École Centrale en 1875, a été inscrit au procès-verbal de la séance du 15 avril comme membre *associé*, au lieu de membre *sociétaire*. La rectification sera faite.

Parmi les nombreux ouvrages reçus, M. LE PRÉSIDENT signale les suivants :

De M. A. Cordeau, *Guide des constructeurs*, par R. Mignard, 6e édition, refondue et augmentée par M. A. Cordeau;

De M. J. Tourtsevitsch, *Historique de l'Exploitation du chemin de fer Nicolas de 1868 à 1893*.

M. LE PRÉSIDENT remercie notre nouveau Collègue, M. Fiévé, qui a fait à la Société un don de 10 *f*.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître que notre Collègue M. J. Deschamps a déposé au siège de la Société deux plis cachetés, le premier à la date du 2 septembre, le deuxième à la date du 30 septembre.

M. LE PRÉSIDENT fait part des communications suivantes :

De M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, lettre relative au projet de réorganisation du service des eaux de Rio, et lettre relative au projet d'établissement d'un port à Montevideo; les documents relatifs à ce dernier projet, évalué à 75 millions de francs, sont déposés à l'Office national du commerce extérieur, 3, rue Feydeau;

Digitized by Google

De l'American Institute of Mining Engineers, avis du meeting d'automne, qui sera tenu à Buffalo du 18 au 21 octobre;

Du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, programme du Congrès des Sociétés savantes, qui se tiendra à Toulouse en 1899. Ceux de nos Collègues qui désireraient y assister sont priés de s'inscrire au Secrétariat; MM. P. Gassaud, A. Girard et A.-J. Roques sont déjà désignés pour représenter la Société.

M. LE PRÉSIDENT dit que l'ordre du jour a été modifié pour permettre à notre collègue M. Da Costa Couto, chef de section au Ministère des Travaux publics du Brésil, de faire une communication sur l'*amélioration des embouchures de rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul*. M. LE PRÉSIDENT est heureux de donner ce témoignage de sympathie à notre collègue et au gouvernement du Brésil, où la Société compte actuellement 46 membres; il remercie en outre M. le B$^{n}$ Quinette de Rochemont, directeur général des Routes, de la Navigation et des Mines au Ministère des Travaux publics, qui a bien voulu nous faire l'honneur d'assister à la séance, et qu'il invite à prendre place au bureau.

M. A. DA COSTA COUTO remercie M. le Président de lui avoir accordé une partie de la séance, et rappelle qu'il a eu l'honneur d'être un des délégués de la Société au 7$^{me}$ Congrès International de Navigation, qui s'est tenu à Bruxelles, Congrès où il a déjà traité le sujet dont il vient nous entretenir.

Les conditions de la Barre de Rio Grande do Sul sont très variables. Le Rio Grande est un véritable phénomène maritime: d'un côté, deux immenses lagunes, appelées Patos et Mirim, avec un bassin hydrographique de 162 000 *km*$^{2}$; de l'autre, l'Océan Atlantique, qui n'a pour émissaire qu'un seul chenal. Malgré son débit considérable (18.000.000 de mètres cubes par heure), ce chenal forme à son embouchure un banc très étendu, avec des passes très mobiles, qui rendent difficiles l'entrée et la sortie des navires. Cependant, depuis 1885, à la suite d'une tempête, la passe s'est fixée dans la position S.-O. qu'elle a conservée; elle a démontré, par des faits purement accidentels, que les principes applicables à la régularisation des fleuves à grande marée s'étendent aux rivières ou canaux à faible marée. Les résultats obtenus par les expériences ont permis à M. da Costa Couto de tirer des conclusions pratiques, qui sont, à son avis, de véritables lois générales: c'est à ce point de vue qu'elles peuvent intéresser la Société.

Comme presque toute la partie Sud du Brésil, le Rio Grande est formé d'une immense plage de sables et de dunes qui cheminent vers le Sud, en raison des vents N.-E.; c'est ainsi que fut formée la presqu'île qui sépare la lagune de Patos et l'Océan Atlantique. Tous les grands fleuves, tels que le Guahyba, le Camaquão, le Piratinim, etc., qui débouchent dans cette lagune, y déposent les sédiments qu'ils tiennent en suspension. La lagune de Patos communique avec celle de Mirim, et leurs eaux sont portées à la mer par un seul chenal, le canal du Nord. Ces deux lagunes sont parfaitement appropriées pour être les réservoirs de décantation, non seulement des eaux des fleuves qui y

Digitized by Google

débouchent, mais aussi des eaux du flux des marées exagérées par les vents. En outre, elles constituent de vrais bassins de chasse pour augmenter les courants de vidange destinés à balayer les sables du banc au dehors de l'embouchure afin d'entretenir une passe unique et profonde accessible aux navires. A ce double point de vue, elles jouent un rôle très important pour l'amélioration de la Barre. Une projection montre le Canal du Nord et, dans le banc, trois passes constamment ouvertes, de direction N.-E., S.-O. et S.

Il faut expliquer d'abord les causes de la formation de ces trois passes. M. Couto prouve, par un diagramme comparatif des vents de 1877 à 1883, que les vents régnants sont ceux du N.-E. et du S.-O. Les premiers ont pour effet de chasser les eaux vers le S.-O. et d'augmenter les courants de vidange, de sorte que les eaux sortant du Canal du Nord sont forcément dirigées dans cette direction et creusent la passe S.-O. Les vents du S.-O. diminuent les courants de jusant du Canal du Nord et augmentent le courant du flux en le partageant en deux, l'un qui pénètre dans l'embouchure du Canal, et l'autre qui ouvre la passe Est. Quand la Barre n'est soumise à l'action d'aucun des vents régnants, les eaux du Canal du Nord suivent la direction générale de son axe, où sont concentrés les plus forts courants; elles creusent alors la passe Sud. Des trois passes, cette dernière est celle qui se conserve la plus profonde parce qu'elle est la plus abritée des vents; aussi est-elle la plus recherchée par la navigation. Ces variations des passes, qui faisaient autrefois la terreur des marins au point que la Barre reçut le nom de Barre mouvante, ne sont que la conséquence de l'action des vents et des courants, ainsi que du manque d'abri de la Barre.

Depuis 1885, celle-ci s'est fixée dans la direction S.-S.-O., direction qu'elle a conservée jusqu'à présent. Comme le chenal lui-même s'approche de la position la plus convenable, il est évident que, quel que soit le projet à exécuter pour l'amélioration de la Barre, il faut tout d'abord l'abriter contre les vents régnants (N.-E., S.-O.) : les eaux du canal du Nord pourront ainsi se fixer dans la direction Sud, suivant le chenal naturel de la Barre, où la force des courants concentrés permet de balayer les sables au delà de l'embouchure; on entretiendra de la sorte une passe unique et profonde, accessible aux navires dans cette direction Sud, qui est d'ailleurs, par sa position topographique, d'un abord plus facile.

Les deux lagunes étant de véritables bassins de décantation, les sédiments qui constituent le banc au dehors de l'embouchure sont en grande partie d'origine maritime. Mais les sédiments fluviaux sont dus principalement aux éboulements des rives du chenal et aux approfondissements du lit que produisent les courants, par suite des variations et des changements brusques de sections. Ordinairement, tous les fleuves ont l'embouchure plus large que les sections d'amont; dans le canal du Nord, au contraire, les sections diminuent d'amont en aval, et leurs irrégularités sont telles qu'il existe à l'embouchure un étranglement qui a toujours tendance à la fermer. Cet étranglement varie de 550 *m* à 1 *km*, selon la prédominance des vents N.-E., qui font cheminer

Digitized by Google

les sables vers le Sud. Il rend difficile l'entrée et la sortie des eaux, et produit, pour ainsi dire, une action retardatrice sur le considérable volume d'eau qui vient des lagunes. Ces eaux sont retenues en amont, ce qui produit les largeurs exagérées ainsi que les hauts-fonds et les atterrissements existants à laCorõa da Marianna.

Pour prouver les effets nuisibles de cet étranglement, M. Couto montre des planches qui donnent l'état de la Barre à différentes époques. Lorsque l'embouchure s'élargit de 550 *m* à 1 *km*, le chenal ouvre une passe dans la direction à peu près S., ainsi que cela s'est passé en 1849 et de 1866 à 1875. De 1875 à 1883, l'embouchure se rétrécit de nouveau, la Barre est rendue impraticable, et, au lieu d'une passe dans la direction S., on eut les 3 passes S., S.-O. et E. Depuis 1885, l'embouchure s'est élargie à 1 *km*, et la Barre s'est fixée dans la direction S.-O. au lieu de la direction S., à cause des vents N.-E. qui poussent toujours les eaux dans cette direction.

D'autre part, les divers profils en long du chenal et du banc font voir que les lignes qui donnent une plus grande profondeur au banc au delà de l'embouchure correspondent aux plans qui ont une plus grande largeur à l'embouchure. En 1883, l'embouchure s'est rétrécie au point de creuser le lit à 20 *m;* la crête du banc s'est élevée, faisant tomber la profondeur à 1,70*m*, et rendant la Barre complètement impraticable.

Pour prouver l'action retardatrice produite par l'étranglement, M. Couto montre les profils en travers à l'étranglement, et, à côté, les sections correspondantes de la partie la plus large en amont : au fur et à mesure que l'étranglement se rétrécit, la section en amont s'élargit dans les mêmes proportions, et *vice versa*. Cela prouve que les volumes d'eau retenus sont proportionnels au rétrécissement de l'embouchure.

Après avoir constaté les inconvénients de l'étranglement, notre Collègue traite de la régularisation proprement dite du chenal. Sur une planche figurent les observations pluviométriques, celles des vents et des marées, etc., toutes en rapport avec les phases de la lune, pour les années 1877, 1878 et 1879. Il en résulte que les marées varient à Rio Grande de 0,60*m* à 1,70*m*; bien qu'elles soient faibles, il est bon de ne pas les négliger, d'autant plus que le flux des marées se fait sentir à 180 *km* en amont de l'embouchure du canal du Nord, c'est-à-dire au delà des lagunes. Mais on doit surtout compter avec le considérable volume d'eau et les puissants courants de vidange qui viennent des immenses lagunes intérieures; ce sont des courants auxquels il faut donner une vitesse aussi uniforme que possible, en régularisant les sections proportionnellement au volume d'eau qui passe, dans le but d'établir un régime stable dans l'estuaire.

M. Couto est ainsi amené à comparer son projet avec ceux de divers autres Ingénieurs. A l'époque où ceux-ci établirent leurs études, le chenal ne s'était pas encore fixé dans la direction S.-O., de sorte qu'ils eurent recours à des jetées convergentes très étendues, dans le but d'abriter la Barre contre tous les vents qui pourraient y produire leurs effets. Ces jetées ont d'ailleurs des directions tout à fait différentes, selon les passes ouvertes à l'époque où se firent les études; ainsi, en 1881, M. Bicalho trouva la passe ouverte vers le S.-O., et dirigea ses jetées

Digitized by Google

dans cette direction; deux ans plus tard, M. Caland tourna ses jetées vers le S.-S.-E., ainsi que M. Hawkshaw; mais aujourd'hui que le chenal s'est approché lui-même de la position la plus convenable, les jetées n'ont plus raison d'être. Du reste, la convergence des jetées produit de vrais étranglements dus à la petite largeur entre les musoirs destinés à l'entrée et à la sortie des navires. Cet étranglement est encore plus nuisible au régime général de l'estuaire que celui qui existe déjà à l'embouchure; il contribue à diminuer la puissance hydraulique du chenal et à épuiser inutilement l'énergie des courants.

Chaque variation brusque des sections du chenal modifie son régime en donnant naissance tantôt à des vitesses énormes, tantôt à des ralentissements correspondants; ici se produisent des approfondissements, et là des dépôts de sables, ce qui nuit au régime général du chenal. Il en résulte que les sables iraient naturellement se loger dans la grande étendue de l'avant-port abritée par les jetées convergentes.

Dans le projet de M. Couto, les travaux ne sont pas concentrés au dehors de l'embouchure; au contraire, notre Collègue a porté toute son attention vers l'intérieur, en s'attachant à régulariser méthodiquement les sections proportionnellement au volume d'eau qui passe, avec des jetées parallèles qui facilitent le plus possible l'entrée des eaux, afin d'avoir dans la vidange un volume d'eau plus grand, et de balayer plus énergiquement les sables du banc au delà de l'embouchure. Non seulement le flot, mais encore le jusant, se feront d'autant plus promptement et plus facilement que les sections seront plus régulières et la sortie plus aisée; le volume d'eau et la force vive seront donc augmentés. Ce projet, qui n'est encore établi que dans ses lignes principales, a déjà mérité, en Europe et en Amérique, l'approbation de nombreux Ingénieurs; les jetées qui y sont prévues ne seront prolongées que plus tard, selon les études et les indications locales, et le chenal se chargera lui-même de montrer quels devront être leur prolongement et leur écartement définitifs.

L'efficacité de la régularisation a été mise en évidence par les travaux de la Meuse. En 1877, ce fleuve était impraticable, car il existait entre les jetées un grand banc de 2,50 *m* de profondeur. Après les travaux de la Commission de l'État hollandais, qui proposa de régulariser les jetées au moyen d'une digue submersible et d'élargir l'étranglement qui existait à Hoek van Holland, le chenal se fixa à la profondeur de 3 à 4 *m*. De 1883 à 1886, au fur et à mesure que les travaux se continuèrent, le chenal atteignit une profondeur de 4 à 6 *m*, puis de 6 à 7,50 *m*. En 1892, après la régularisation méthodique des sections jusqu'à Rotterdam, la Meuse se fixa de 7,50 *m* à 8 *m* de profondeur : c'est grâce à cette amélioration que Rotterdam est devenu un des ports les plus importants du nord de l'Europe.

M. Couto montre comme pièce à conviction une planche indiquant l'état de la Barre en 1897; il constate que l'étranglement a disparu à la suite d'une tempête, et a été comme poussé vers la terre; le volume d'eaux retenues en amont a forcé la sortie et a corrodé la berge droite du canal au point de donner à l'embouchure une largeur sans exemple jusqu'à ce jour; le chenal s'est entièrement fixé dans la direction S.

Digitized by Google

malgré les vents N.-E. et le manque d'abri de la Barre. Lorsque celle-ci sera abritée par ses jetées dans la direction S., il estime que le chenal se fixera dans cette même direction avec une profondeur de 8 à 8 1/2 *m*. Suivant lui, le plein succès de son projet est garanti par des courants sous-marins qui courent parallèlement à la côte, avec une vitesse de 0,30 *m* à 0,60 *m* par seconde selon les vents.

Ainsi donc, le Rio Grande a montré, par des faits purement accidentels, que les principes qui ont été appliqués à la régularisation des fleuves à marée de grande amplitude peuvent l'être également aux rivières à faible marée. Les résultats obtenus dans la Meuse ainsi que l'exemple du Rio Grande ont amené M. Couto aux conclusions suivantes :

Pour l'amélioration des fleuves ou canaux maritimes, même à faible marée, il faut :

1° Faciliter autant que possible les courants soit montants, soit descendants, par la régularisation des sections de rivières proportionnellement au volume d'eau qui passe;

2° Pour les canaux ou rivières dont la constitution des berges et le fond consistent en sables, outre les travaux de plantation et de fixation des dunes, cette régularisation devra se faire dans toute leur étendue, soit en consolidant les berges, soit uniquement au moyen de dragages, selon les indications locales;

3° Quant aux travaux à exécuter au delà de l'embouchure, ils consistent à abriter tout d'abord la Barre contre les vents régnants, en dirigeant le plus possible le chenal destiné à l'entrée et à la sortie des navires dans la direction générale de l'axe de la rivière ou du canal, où sont concentrés les plus forts courants, afin d'entretenir une passe unique et profonde;

4° Lorsqu'on peut compter, comme à Rio Grande do Sul, sur les puissants courants de vidange qui viennent des lagunes intérieures, les jetées parallèles, qui facilitent l'entrée et la sortie des eaux, s'imposent de préférence aux jetées convergentes; celles-ci ne produisent que des effets locaux et rendent difficile le mouvement des eaux en diminuant la puissance hydraulique de l'estuaire, par l'irrégularité des vitesses des courants et des sections, irrégularité qui nuit au régime général du chenal.

M. le Président remercie vivement M. da Costa Couto, qui nous apporte un document nouveau très intéressant dans la question des voies navigables, une des plus importantes à l'heure actuelle.

Puis il donne la parole à M. L. de Longraire, pour analyser l'ouvrage intitulé : *Relazione sugli studi e lavori eseguiti dal 1885 al 1897*, et rédigé par le service des constructions de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.

M. de Longraire rappelle que cet ouvrage, accompagné d'un album de 71 planches, a été offert à la Société par notre Collègue M. Crugnola. Il explique qu'en 1885 les chemins de fer italiens ont été partagés en deux réseaux, l'un dit de la Méditerranée, et l'autre de l'Adriatique, bien que ces dénominations ne correspondent pas exactement aux deux bassins hydrographiques. Puis il donne un aperçu des travaux les plus importants décrits dans la relation.



Digitized by Google

En 1885, cinq lignes aboutissaient à Rome à une seule station, dite Termini, savoir : pour le réseau méditerranéen, les lignes de Pise, des Castelli Romani et de Naples ; pour le réseau Adriatique, les lignes de Solmona et de Florence. La Société Méditerranéenne fit de grands travaux autour de Rome pour améliorer cette situation : une seconde station fut créée à Rome-San Paolo, sur la ligne de Pise, avec un embranchement qui aboutissait à une troisième station appelée Rome-Trastevere ; puis une autre station, avec grande gare de triage, mit les cinq lignes en communication à Tuscolona. Ces travaux conduisirent à créer une cinquième station à Portonaccio, sur la ligne de Florence ; enfin, la Société ayant eu la concession de la ligne de Rome à Viterbe, établit une sixième station à Rome-San Pietro.

Pour la ligne de Viterbe, il fallut pratiquer dans le mont Janicule un souterrain de 1 217 *m*. Le terrain était formé de matières désagrégées où dominait le sable, avec d'abondantes infiltrations d'eau. Dans les temps passés, ces eaux avaient été réunies dans des conduits spéciaux dont on retrouva les traces ; puis, avec les siècles, ils s'étaient rompus, et les eaux s'étaient perdues dans le terrain : on les a de nouveau recueillies.

La Société fit ensuite une rectification de la ligne de Naples entre Rome et Segni (47 *km*), qui traverse un territoire où se trouve un volcan du Latium depuis longtemps éteint.

Le chemin de fer de Velletri à Terracina (80 *km*) présente de l'intérêt à cause des Marais Pontins qu'il contourne et où règne la mal'aria ; il traverse des localités où l'on rencontre des vestiges du passé qui remontent aux constructions dites cyclopéennes, puis aux Romains et aux Sarrasins. Près de Terracine se trouve une remarquable portion de la Via Appia que les Romains ont taillée à pic sur une hauteur de 40 *m*, la roche fut travaillée au ciseau. Les maisons de garde reçurent des dispositions spéciales pour lutter contre la mal'aria.

Sur la ligne de Sparanise à Gaète (60 *km*), on a établi d'intéressants ponts en acier. La ligne d'Avellino à Rocchetta-Santa Venere (119 *km*) traverse le faite de l'Apennin : elle a nécessité 28 ponts et viaducs en maçonnerie, 11 tabliers en fer, 19 en acier et 17 souterrains. Plusieurs de ces souterrains ont donné lieu à de grandes difficultés, vaincues en partie grâce à la rapidité avec laquelle on acheva le revêtement.

La ligne la plus importante décrite dans la relation est celle de Gênes-Ovada-Acqui-Asti (98 *km*).

Pendant longtemps, Gênes ne fut reliée au nord de l'Italie que par une seule ligne, celle de Gênes à Novi, qui traverse le faite de l'Apennin Ligure par le souterrain des Giovi. Après bien des années d'exploitation, les maçonneries de ce souterrain subirent des mouvements qui obligèrent à mettre sur cintre la partie endommagée. En 1879, le gouvernement italien décida l'exécution d'une ligne succursale entre les stations de Sampierdarena et de Ronco, avec un nouveau souterrain de faite dit de Ronco. Les travaux, commencés dès 1883, étaient terminés en 1889, sauf le tunnel de faite où de grandes difficultés s'étaient rencontrées.

M. de Longraire se borne à mentionner ce fait parce qu'il a l'intention de présenter à la Société une communication sur l'ensemble de ces travaux, en y joignant des renseignements sur la ligne de Cuneo à Vin-

Digitized by Google

timille où se trouve le souterrain du col de Tende ; l'historique de ces lignes avec leurs tunnels présenterait certainement un très grand intérêt.

La ligne de Gênes à Novi avec sa succursale ne constituait qu'un seul débouché vers le Nord pour le port de Gênes, qui augmentait toujours d'importance. Aussi le Gouvernement avait-il prescrit qu'un nouveau chemin de fer serait exécuté dès que le produit brut kilométrique du tronçon de Gênes à Novi aurait atteint 150 000 lires. Le chemin de fer Gênes-Ovada-Acqui-Asti fut alors concédé en 1888 à la Société de la Méditerranée. Malgré son importance, cette ligne est à une voie, excepté entre les deux stations comprenant le souterrain du Turchino, au faîte de l'Apennin ; ce tunnel mesure 6 478 *m*. La ligne entière comporte 35 souterrains d'une longueur totale de près de 26 *km*. La relation contient des détails très intéressants sur le percement du tunnel de Turchino, au moyen de machines perforatrices. La concession accordait huit ans pour l'achèvement de ce tunnel, qui fut terminé en cinq années seulement. Le tunnel de Cremolino, entre Ovada et Acqui, a 3 400 *m* de long : il a été construit en quatre ans, et percé à l'aide de machines perforatrices.

La construction de ces tunnels fut précédée d'études géologiques fort complètes qui figurent à la relation et sont dues à M. Taramelli, professeur de géologie à l'Université de Pavie. Outre les tunnels, M. de Longraire signale encore sur cette ligne des ponts métalliques d'un intérêt spécial.

En résumé, la relation analysée contient des informations tout à fait dignes d'être connues. Malheureusement il n'y figure ni dépenses ni prix de revient, ce qui s'explique, semble-t-il, par ce fait que la Société n'a pas encore terminé ses comptes. Il existe encore une autre lacune regrettable : c'est le manque complet de renseignements sur le personnel des travaux, sans doute parce que c'était en grande partie un personnel supplémentaire qui fut licencié aussitôt après leur achèvement. Cependant les Ingénieurs et agents divers qui ont coopéré à l'établissement de ces chemins de fer se sont souvent trouvés en présence de difficultés considérables qu'ils ont su vaincre avec un talent et un succès auxquels il est juste de rendre hommage.

M. le Président remercie M. de Longraire de ses indications si utiles sur un ensemble de travaux très considérables et très dignes d'intérêt.

Puis il donne la parole à M. Ch. Baudry, Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, pour la suite de la discussion de la communication de M. Lencauchez sur l'*Emploi de la vapeur comme puissance motrice*.

M. Ch. Baudry commence par rendre hommage à l'étude importante de M. Lencauchez, étude qui touche à beaucoup de sujets. Il se bornera à examiner la partie qui concerne la locomotive compound.

M. Baudry constate tout d'abord que notre Collègue a beaucoup insisté sur le peu de faveur que ces locomotives rencontrent en Angleterre. Mais il l'a exagéré en ne classant pas dans les locomotives compound le dernier type de M. Webb, qu'il appelle, assez arbitrairement, locomotive Woolf. Il aurait pu constater par contre que, sur le continent, les locomotives compound jouissent d'une faveur de plus en plus grande. Notre savant Collègue, M. Mallet, dont on aime à citer

Digitized by Google

le nom quand on parle de ce sujet, nous disait il y a quelques mois qu'il y en a aujourd'hui plus de 1 500 en Allemagne, et au moins le même nombre en Russie. En France, nous n'en sommes pas encore là ; mais les locomotives compound y deviennent chaque jour plus nombreuses. Employées d'abord par le Paris-Lyon-Méditerranée et le Nord, elles se répandent actuellement dans toutes les autres grandes Compagnies. En Allemagne et en Russie, on emploie principalement la forme primitive à deux cylindres, due à M. Mallet. En France, on emploie surtout le type à quatre cylindres.

C'est au commencement de 1889 que le Paris-Lyon-Méditerranée a mis pour la première fois en service des locomotives compound; il en a créé simultanément trois types, à roues de 2 *m*, de 1,50 *m* et de 1,260 *m*, possédant tous les trois des chaudières d'acier timbrées à 15 *kg* et quatre cylindres agissant deux par deux sur deux essieux accouplés entre eux.

A cette époque, le Nord possédait déjà depuis 1885 une locomotive compound à quatre cylindres, étudiée par M. de Glehn, Ingénieur-Directeur de la Société Alsacienne, mais dont les deux essieux moteurs n'étaient pas accouplés. Cette Compagnie appliquait en même temps le système compound avec cylindres en tandem à une vingtaine de machines à marchandises. Après 1889, elle s'est ralliée définitivement au système compound à quatre cylindres, en accouplant ses essieux comme l'avait fait le P.-L.-M. A cette dernière Compagnie, on est resté fidèle à ce système depuis la création des compound de 1889 ; on a seulement modifié les types, notamment par l'emploi d'un bogie dans les machines à voyageurs, bogie imité du Nord, et par l'emploi dans les chaudières de tubes à ailettes système Serve, que le Nord a imité à son tour.

Le P.-L.-M. possède aujourd'hui 231 locomotives compound à 4 cylindres, se décomposant ainsi :

Les 6 locomotives de 1889, étudiées sous la direction de M. Henry, et que M. Baudry a présentées au Congrès des Chemins de fer de 1889 ;

3 locomotives à grande vitesse C-3, C-11 et C-12 dont 2 à bogie, également étudiées par M. Henry, et mises en service dans le courant de 1892 ; M. Baudry les a décrites dans le numéro d'avril 1893 de la *Revue générale des Chemins de fer ;*

40 locomotives à grande vitesse C-21-60 avec bogie, étudiées sous la direction de M. Baudry, et dont la première a été mise en service en juillet 1894; ces locomotives ont été décrites par M. Privat dans le numéro de mars 1896 de la même *Revue ;*

152 locomotives à quatre essieux couplés et à roues de 1,50 *m*, nos 3211-3362, qui font les trains de marchandises directs sur la ligne Paris-Marseille, ligne à profil facile et à grand trafic, et les trains de voyageurs ou mixtes sur quelques lignes accidentées, telles que celles de Lyon-Saint-Étienne et de Lyon-Roanne par Tarare. Pour quelques-unes de ces locomotives, on remplace en ce moment l'essieu d'avant par un bogie. Elles ont été décrites dans le numéro de novembre 1894 de la précédente *Revue*. La première a été mise en service en février 1893 ;

30 locomotives à quatre essieux couplés et à roues de 1,30 *m*, nos 4501-4530, qui font les trains de marchandises sur les lignes accidentées, et dont la première a été mise en service dans le courant de 1892.

Digitized by Google

M. Baudry dépose sur le bureau des notes et brochures décrivant ces divers types de locomotives. Toutes sont timbrées à 15 *kg* et sont à quatre cylindres, dont deux extérieurs et deux intérieurs. Les cylindres d'admission attaquent un essieu, et les cylindres de détente un autre, sauf dans les 30 dernières où les quatre cylindres sont attelés au même essieu.

Au 1er mai dernier, ces 231 locomotives avaient parcouru 38 221 780 *km*, soit plus de 165 000 *km* par locomotive, et l'une d'elles en avait déjà parcouru plus de 437 000. Ces chiffres montrent que les locomotives compound ne sont plus au P.-L.-M. à l'état d'essai. Elles sont entrées depuis longtemps dans la pratique courante, et on les apprécie en connaissance de cause.

M. Baudry ajoute que M. du Bousquet pourrait en dire autant de la Compagnie du Nord ; il communique le relevé des 135 locomotives compound du Nord, relevé que notre ancien Président a bien voulu lui faire parvenir pour la Société :

1 machine n° 701, à 4 cylindres, livrée en septembre 1885 ;

23 machines à 8 roues couplées, à cylindres en tandem, construites de septembre 1887 à juillet 1890 dans les ateliers du Nord et par Fives-Lille ;

1 machine à 6 roues couplées, à 3 cylindres, construite en 1887 dans les ateliers du Nord ;

60 machines compound à 4 roues couplées et bogie à l'avant, construites de 1891 à 1898 ;

50 machines compound à 6 roues couplées de 1,75 *m* de diamètre, avec bogie à l'avant, type Badois et Midi, construites de 1897 à 1898.

Bien que venu après le P.-L.-M. et le Nord, le Midi est déjà dans le même cas.

Ce qui a déterminé depuis 1889 le succès des locomotives compound auprès des grandes Compagnies françaises, c'est d'une part l'adoption simultanée des pressions de 14 à 15 *kg* par centimètre carré au lieu des pressions de 10 à 11 *kg* usitées jusqu'alors ; c'est ensuite la disposition des quatre cylindres agissant deux par deux sur deux essieux accouplés ensemble. Cette disposition, adoptée dès 1889 par le P.-L.-M., offre en effet des avantages qui lui sont propres, avantages très appréciables surtout pour les locomotives puissantes, et, parmi elles, pour les locomotives des grands trains express. Pour ces locomotives, en effet, la multiplication du nombre des cylindres n'est pas, comme semble le croire M. Lencauchez, un inconvénient du système compound. C'est au contraire un avantage en soi, parce qu'on diminue ainsi les réactions sur le bâti de la locomotive, les chocs verticaux que produit l'obliquité des bielles sur les rails, ainsi que les perturbations dues aux forces d'inertie des pièces à mouvement alternatif, et parce qu'enfin on régularise les moments moteurs en cours de route.

On trouve à ce sujet des chiffres caractéristiques dans les brochures déposées sur le bureau. Les plus topiques sont ceux de la brochure de M. Baudry de 1889 : ils permettent, en effet, de comparer des locomotives assez semblables entre elles, mais différant par le nombre de leurs cylindres et leur disposition compound ou non compound.

*a)* En ce qui concerne les surcharges sur chaque rail dues à l'obli-

Digitized by Google

quité des bielles, on y voit que : 1° Pour les locomotives à grande vitesse, la surcharge sur chaque roue n'est que de 1 082 à 1 230 *kg* dans les locomotives à quatre cylindres, au lieu de 3 590 *kg* dans celles à deux cylindres; 2° Pour les locomotives à roues de 1,50 *m*, cette surcharge n'est que de 1 420 à 2 550 *kg* au lieu de 6 560 *kg*.

*b)* En ce qui concerne les perturbations dues aux forces d'inertie, on y voit que, par suite de la multiplication du nombre des cylindres, l'amplitude du mouvement de tangage a été réduit : de 3,8 à 1.75 *mm* pour les locomotives à grande vitesse; de 3,8 à 0,79 *mm* pour celles à roues de 1,50 *m*; de 8,06 à 2,73 *mm* pour celles à roues de 1,260 *m*.

Dans les locomotives de 1889 et dans la plupart de celles construites depuis lors, les perturbations dues aux forces d'inertie n'ont pas été réduites autant qu'il était possible de le faire parce qu'on n'avait pas adopté le calage relatif des deux essieux moteurs qui aurait été le plus avantageux à cet effet. C'est la considération du moment moteur en route et au démarrage qui l'avait empêché. Dans les nouvelles locomotives à grande vitesse en cours de construction, on a au contraire déterminé ce calage de manière à réduire au minimum les perturbations; dans ce but, on a calé à 180° les manivelles des deux cylindres voisins, l'un extérieur à haute pression, et l'autre intérieur à basse pression. Il en est résulté l'obligation, pour assurer les démarrages, de munir ces locomotives d'un dispositif spécial permettant de faire évacuer à l'air libre les cylindres à haute pression. Ce calage à 180° existait déjà sur les 30 locomotives nos 4501-4 530 à roues de 1,300 *m* : aussi leurs perturbations sont-elles extrêmement réduites. L'amplitude de leur mouvement de lacet, à l'essieu d'avant et pour la vitesse de 55 *km* à l'heure, n'est que de 0,76 *mm*. L'amplitude, indépendante de la vitesse, de leur mouvement de tangage, n'est que de 1,70 *mm*. Ce sont, à ce point de vue, d'excellentes machines; mais comme leurs quatre cylindres sont attelés sur le même essieu, les surcharges sur les rails dues à l'obliquité des bielles n'y sont pas moindres que sur des machines à deux cylindres.

L'avantage intrinsèque des quatre cylindres est d'ailleurs si évident que plusieurs chemins de fer anglais, encore hostiles aux compound, ont récemment adopté les quatre cylindres avec introduction directe dans chacun d'eux. Comment, après cela, reprocher aux locomotives compound la complication résultant de leurs quatre cylindres?

M. Baudry examine ensuite l'économie de combustible que les locomotives compound réalisent par rapport aux locomotives qu'elles ont remplacées. Cette économie est incontestable; elle varie, suivant les cas, de 10 à 20 0/0. M. Lencauchez le reconnait; mais il ne veut pas en faire l'honneur au système compound, et l'attribue exclusivement à l'augmentation de pression qui a coïncidé avec l'adoption du système compound. M. Baudry est absolument d'accord avec lui pour rattacher à l'augmentation de la pression l'économie des locomotives compound; et c'est ce qu'il disait dans sa brochure de 1889. Mais il disait en même temps que, pour son prédécesseur M. Henry et pour lui, l'adoption du système compound était une conséquence de la substitution de la pression de 15 *kg* à celle de 11 *kg*, employée jusque-là; c'était un moyen

Digitized by Google

de l'utiliser mieux qu'avec les dispositions des anciennes locomotives à deux cylindres avec distribution par tiroirs en coquille. Est-il possible de tirer un aussi bon parti de la pression de 15 *kg* avec deux cylindres pourvus d'un autre système de distribution, par exemple celui qui est préconisé par MM. Lencauchez et Durant? Il faudrait le prouver; et, cette preuve, M. Baudry ne l'a pas trouvée dans les chiffres cités par M. Lencauchez.

Pour comparer avec justesse deux types de locomotives au point de vue de l'économie de combustible, il faut, en effet, s'entourer de précautions multiples qui ne paraissent pas avoir été prises dans les expériences citées. Il faut d'abord que la comparaison ne porte pas sur des exemplaires uniques de chaque type; car une locomotive particulière peut présenter des défectuosités indépendantes de son type, et on n'en est pas averti si on ne l'a pas mise en parallèle avec d'autres du même type. Il faut ensuite que la comparaison porte sur une période assez longue, et que les locomotives comparées fassent exactement le même service en roulement. Il faut enfin éliminer l'influence de l'habileté professionnelle des mécaniciens, en faisant permuter à la fin de chaque mois le mécanicien de chaque machine avec celui d'une machine de l'autre série, et en arrêtant l'expérience quand chaque mécanicien a fait autant de parcours sur une série de machines que sur l'autre. Toutes ces précautions, on les prend au P.-L.-M. dans toutes les expériences comparatives de consommation; et il ne faut accorder qu'une confiance médiocre aux comparaisons pour lesquelles on ne les a pas prises.

Mais elles ne suffisent pas; il faut encore que la comparaison se fasse pour toutes les allures et pour tous les services auxquels sont destinées les machines à comparer. Pour le montrer, M. Baudry suppose qu'on ait à comparer une locomotive compound à quatre cylindres du type P.-L.-M. avec une locomotive non compound à deux cylindres, identique par ailleurs à la première; et qu'on fasse successivement deux comparaisons, l'une à grande vitesse sur un profil facile et l'autre à plus faible vitesse sur une forte rampe. Les expériences de M. Privat publiées dans le numéro de mars 1896 de la *Revue générale des chemins de fer* montrent qu'à grande vitesse et sur un profil facile, la distribution la plus avantageuse pour une locomotive compound à quatre cylindres fait très peu travailler les grands cylindres. La locomotive fonctionne alors à peu de chose près comme si elle n'avait que ses deux petits cylindres. Il parait donc évident qu'une locomotive n'ayant que deux cylindres du diamètre de ces derniers serait aussi économique. Si l'on envisage au contraire la marche à plus faible vitesse sur une forte rampe, le travail de la locomotive compound se partage à peu près également entre les petits et les grands cylindres, et le degré de détente final est assez réduit pour qu'on puisse obtenir la même détente dans de bonnes conditions avec une locomotive n'ayant que deux cylindres d'un diamètre égal à celui des grands de la compound. Il est donc probable que cette locomotive à deux cylindres ne serait pas beaucoup moins économique que la compound. On pourrait ainsi comparer successivement la locomotive compound avec deux loomotives non compound différentes

Digitized by Google

entre elles, et ne lui trouver d'avantage sur aucune des deux, bien qu'elle fût réellement supérieure à toutes deux, à la première pour les petites vitesses et à la seconde pour les grandes. L'un des avantages des compound est, en effet, leur faculté de fonctionner économiquement à des allures assez différentes, et telles qu'une locomotive est appelée à en avoir successivement dans la pratique.

M. Baudry insiste sur ces considérations générales parce qu'il estime qu'il ne faut jamais les perdre de vue quand il s'agit de faire des expériences comparatives ou d'en apprécier les résultats. Il prépare actuellement des expériences entre les locomotives compound nos 4501-4530 et deux locomotives que l'on construit dans les ateliers de la Compagnie et qui n'en différeront que parce qu'elles n'auront que deux cylindres munis de la distribution Lencauchez et Durant. Il sera heureux de faire connaître à la Société le résultat de ces expériences ; mais, dès maintenant, il est obligé de constater que, dans les deux nouvelles locomotives, on perdra les avantages inhérents aux quatre cylindres, et que l'on n'obtiendra pas des locomotives beaucoup plus simples, parce qu'elles auront des mécanismes de distribution nombreux et compliqués.

M. Baudry présente une dernière observation au sujet de l'intérêt qu'offre l'économie de combustible due aux locomotives compound. On peut être tenté de croire que cet intérêt est très faible, et peut-être même nul pour les chemins de fer qui paient le combustible très bon marché. Ce serait une erreur, parce que l'économie de combustible des locomotives compound se traduit finalement par une augmentation de puissance de ces locomotives. On ne dépense pas moins de charbon pour le même travail, on fait plus de travail avec la même dépense de charbon ; et alors, à l'économie de combustible viennent s'ajouter d'autres économies : il faut moins de locomotives, moins de mécaniciens, moins de chauffeurs, moins de trains pour le même tonnage à trainer. Toutes ces économies, indépendantes du prix du combustible, l'emportent presque toujours, et de beaucoup, sur l'économie de combustible proprement dite. Si l'on ne veut pas augmenter le tonnage des trains, on peut accroître leur vitesse, et c'est ainsi que la construction de locomotives plus économiques a rendu plus facile l'accélération des trains de voyageurs qui s'est produite depuis quelques années sur tous les réseaux français.

M. le Président félicite chaudement M. Baudry, qui s'est fait le défenseur habile autant qu'autorisé des locomotives compound. Puis il donne la parole à M. Lencauchez.

M. A. Lencauchez dit qu'il est presque complètement d'accord avec M. Baudry, et que leurs opinions ne sont contraires qu'en apparence ; cela tient sans doute à ce que M. Baudry n'a pas eu le temps nécessaire pour étudier à fond un mémoire de 86 pages où les mots compound et Woolf sont souvent répétés, parce que M. Lencauchez voit deux systèmes de machines bien différentes là où certains Ingénieurs ne voient qu'un seul et même système. En effet, le système Woolf est connu sous ce nom depuis bientôt un siècle, tandis que le système compound n'a pas 40 ans de date et d'application générale.

Pour répondre aux nombreuses questions et critiques qui lui ont été

Digitized by Google

faites dans la séance du 20 mai dernier, M. Lencauchez a préparé une note dont voici le résumé sommaire, et dont certains passages répondent à la savante communication de M. Baudry.

On ne doit pas confondre le système Woolf avec le système compound à deux manivelles à 90°. En ce qui concerne les locomotives de très grandes puissances à quatre cylindres à simple expansion, à quatre cylindres à deux groupes Woolf, ou à quatre cylindres compound, il n'a pas entendu en faire le procès, tant s'en faut; on peut s'en rendre compte en différents paragraphes de son mémoire, et en particulier aux paragraphes 18, 19, 20 et 26.

*Transvasement Woolf ou compound.* — La discussion a porté principalement sur l'utilité de faire travailler la vapeur dans plusieurs cylindres Woolf ou compound pour les machines à condensation. Or, la plupart des praticiens déclarent :

1° Que les machines monocylindriques parfaites n'ont pas besoin de marcher sous une pression supérieure à 6 *kg* avec introduction minima à 10 0/0;

2° Que, pour réaliser sur une semblable machine une économie théorique de 10 0/0, un transvasement Woolf ou compound s'impose ; la pression doit alors être portée à 8 *kg* et l'introduction réduite à 7 0/0;

3° Que, pour obtenir une économie théorique de 15 0/0, il faut recourir à la triple expansion, porter la pression à 12 *kg* et réduire l'introduction à 5 0/0.

Bien entendu, la condensation doit donner un vide pratiquement parfait, soit 70 à 72 *cm* de mercure. Mais à la page 1050, § 9, tableau 5 du Mémoire, on voit qu'une triplex de 530 *ch* indiqués, sous pression de 13 *kg*, n'a donné que 1 0/0 d'économie sur la machine monocylindrique prise pour terme de comparaison, tandis qu'une autre triplex semblable de 520 *ch* indiqués, sous pression de 9 *kg*, a donné une économie de 9 0/0. Si l'on recherche les causes réelles de cette belle économie de 9 0/0, on reconnaît (§ 8, pages 1046 à 1048), qu'elle est due à un bon réchauffage des cylindres et de la vapeur par l'emploi de vaporisateurs-surchauffeurs à vapeur américains, avec retour aux chaudières de la condensation dans les chemises des cylindres et dans les vaporisateurs. Au § 32, pages 1120 à 1121, on voit aussi qu'une machine monocylindrique à condensation, marchant sous une pression de 6 *kg* aux chaudières, réalise une économie de 8,33 0/0 sur elle-même, suivant que le réchauffage avec retour à la chaudière fonctionne ou ne fonctionne pas. L'économie est du même ordre que dans le cas précédent. Ces faits prouvent bien la grande valeur du réchauffage et du surchauffage par courant de vapeur avec retour aux chaudières, sans déperdition.

Aussi, pour être *actives*, les enveloppes ou chemises doivent être parcourues par un vigoureux courant de vapeur, car les purgeurs automatiques rendent dormantes les mêmes enveloppes, en même temps qu'ils perdent 20 0/0 d'eau à la température de 190°; à la pression de 11 1/3 *kg*, cette perte est de $190 - 20 = 170$ calories sur $664 - 20 = 644$ calories, soit de 28 0/0 pour la quantité d'eau condensée dans les enveloppes, qui se réduit sur la totalité de la vaporisation à $0{,}20 \times 0{,}28$

Digitized by Google

= 5,6 0/0. D'où il suit qu'à l'économie donnée par les enveloppes bien purgées, il y a lieu d'ajouter 5,6 0/0.

Mais pour réaliser cette économie totale, qui peut atteindre 15 0/0 avec la chauffe de 20° par courant de vapeur indépendant, il faut pratiquer avec les machines à transvasement le réchauffage à multiple effet, à l'aide d'enveloppes ou chemises de vapeur bien établies, comme font les Américains et comme le recommande M. Bryan-Donkin.

*Détentes exagérées.* — Les très hautes pressions, comme les détentes exagérées, ne peuvent donner pratiquement de grands avantages. Pour le montrer, M. Lencauchez suppose une machine à triple expansion, avec introduction au 1/3 dans ses trois cylindres, et munies d'enveloppes fortement réchauffées. On a alors :

| | |
|---|---|
| Pression à la chaudière | 14 *kg* |
| Température de la vapeur | 197° |
| Détente totale au 1/27 | 0,0370 |
| Travail total, d'après la table de E. Lorentz, le travail à pleine introduction étant 1 000 | 4,30 |

Pour la même machine, avec détente au 1/4 dans chaque cylindre, avec la même pression finale de 0,5 *atm* à l'échappement, et le même vide ou condenseur de 0,05 *atm*, on a :

| | |
|---|---|
| Pression à la chaudière | 33 *kg* |
| Température de la vapeur | 241° |
| Détente à 1/64 | 0,0159 |
| Travail total d'après E. Lorentz | 5,00 |

Ainsi donc, pour passer à l'énorme pression de 33 *kg*, on a gagné théoriquement 5,00 — 4,30 = 0,70 sur 5,00, soit 14 0/0. Mais que restera-t-il en pratique de ces 14 0/0? probablement rien, ainsi que le montre le tableau 5, § 9, p. 1050.

*Espaces nuisibles.* — Si les espaces morts sont de 1/10 du volume d'un cylindre, avec la condensation on perd $0.10 \times 0{,}5$ *atm* = 0,050, tandis que sans la condensation la perte s'élève à $0.10 \times 1{,}5$ *atm* = 0,150; cette perte est donc trois fois plus grande, et il y a plus d'intérêt à diminuer les espaces nuisibles dans les machines sans condensation que dans celles à condensation. C'est le cas des locomotives.

Rien que pour cette raison, la distribution Corliss de l'Orléans réalise une économie de 5 0/0 sur les distributions ordinaires des locomotives. D'un autre côté, on voit qu'avec les compound (tableaux du paragraphe 15), cette même distribution peut réaliser encore une économie moyenne de 8,86 0/0, ce qui pourrait porter l'économie totale à 13 et 14 0/0. Mais avec la marche en Woolf, soit avec groupe de deux cylindres et manivelles calées à 180°, l'économie serait encore beaucoup plus grande.

*Limite de la détente dans les locomotives.* — Comme on a pu le voir § 12, il n'est pas possible, en bonne pratique industrielle, de réduire l'introduction au-dessous de 1/10; une marche au 1/8 doit être considérée comme une bonne moyenne, pour les machines sans condensation en général et pour les locomotives en particulier. Comme cette détente

Digitized by Google

moyenne à 7/8 d'expansion exige pour les locomotives la pression de 14 *kg* avec la distribution Corliss sans déclic, et celle de 15 *kg* avec les compound, il n'y a pas intérêt, du moins pour le moment, à augmenter la pression et la détente. Or, la distribution Corliss de l'Orléans donne de très beaux diagrammes avec cette détente et cette pression; on peut donc dire que le compoundage est complètement inutile avec les types des locomotives Belpaire et Dunalastair, si en faveur en Angleterre.

*Double introduction et double échappement.* — La distribution Corliss de l'Orléans possède des distributeurs à doubles ouvertures, ce qui évite les laminages à grande détente et à grande vitesse (diagrammes de l'Etat Belge, *Pl. 209, fig. 25 à 28)*; c'est donc un grand avantage qui facilite la marche des trains rapides.

Cette distribution, appliquée aux locomotives Woolf, présente l'avantage de n'avoir que trois tiroirs par côté : un pour l'introduction au petit cylindre donnant la détente variable; un second pour l'échappement de ce petit cylindre en faisant introduction au grand; et un troisième pour l'échappement du grand cylindre à la cheminée; et cela sans compression, sans laminage, et sans perte de charge, donc sans receiver.

Ce paragraphe s'applique aussi à toutes les machines sans condensation et à grande vitesse.

*Locomotives d'une très grande puissance.* — Pour ces locomotives, F. Mathias disait en 1889 : « Il est possible que dans un avenir très pro» chain, avec l'augmentation de la production des chaudières et avec » l'augmentation du timbre de pression, nous soyons amenés à reprendre » l'idée de feu J. Petiet (1861), et à faire des machines à quatre cylindres; » car deux cylindres seulement, vu le grand volume qu'ils réclame» raient, deviendraient très mauvais pour les longerons et la stabilité » de ces machines locomotives. » C'est la conclusion à laquelle sont arrivés les Ingénieurs anglais, qui font des locomotives à quatre cylindres Woolf avec accouplement, ou à simple expansion sans accouplement (§§ 18 à 20, et 31); mais ces nouvelles machines ne sont pas compound.

Le calage à 162° sur deux essieux différents réunis par des bielles d'accouplement doit donner de violentes réactions sur ces bielles dès qu'il y a du jeu dans le mécanisme : la disposition Woolf doit être préférée.

*Abandon des compound en Angleterre.* — Au § 20, M. Lencauchez a omis de dire qu'en France aucune des sept grandes Compagnies ne possède aujourd'hui une seule compound à deux cylindres seulement. En parlant dans son Mémoire de l'abandon des compound en Angleterre, il n'a visé que ces machines qui, timbrées à 8 et 9 *kg* comme il y a vingt ans, n'ont donné que de très médiocres résultats.

Quand on voit ce qui se passe aujourd'hui en Angleterre et en France, il est permis de dire que les compound à deux cylindres et à moyenne pression iront bientôt rejoindre dans l'oubli les locomotives à cylindres oscillants. Bien certainement, on ne trouverait pas aujourd'hui, ni en France, ni en Angleterre, un Ingénieur en chef pour adopter une locomotive compound à deux cylindres : preuve évidente de la médiocrité du système, auquel on avait donné en Angleterre, pour un temps et par erreur, une très grande extension.

Digitized by Google

*Résultats donnés par la locomotive 576 d'Orléans.* — La Compagnie d'Orléans fait transformer huit locomotives qui seront timbrées à 15 *kg*, avec chaudières de grande puissance dues à notre ancien Président M. E. Polonceau. Ces chaudières doivent produire très facilement 10 500 *kg* de vapeur par heure; de plus, leurs cylindres sont munis de la distribution Corliss sans déclic de la Compagnie. La première de ces machines est en service depuis un mois. Elle est à quatre roues accouplées de 1,800 *m* seulement de diamètre. Elle donne, dit un rapport, toute satisfaction :

1° Sur la rampe d'Étampes de 8 *mm* par mètre, elle remorque 224 *t* à la vitesse de 67 *km*, avec introduction à 15 0/0 et avec production de vapeur en excès, si l'on veut;

2° En ligne à faibles rampes et pentes entre les Aubrais et Guilleval (53 *km*), elle remorque 251 *t* à la vitesse de 90 *km*, avec introduction au point mort de coulisse, soit avec introduction en volume à 10 0/0;

3° Sur la ligne de Brive à Montauban, à courbes de 500 *m* de rayon et à rampes de 10 *mm* par mètre, elle remorque 197 *t* à la vitesse de 70 *km*;

4° En palier aux très faibles rampes entre Montauban et Caussade, elle marche facilement à 95 *km* avec admission à 5 0/0 négatifs (au-dessous du point mort de coulisse), donc avec introduction inférieure à 10 0/0 en volume;

5° Lundi 3 octobre, elle a fait le train 21 avec 155 *t* de charge en rattrapant 20 minutes de retard (dues à 18 minutes au départ et à 2 minutes pour ralentissement) sur la distance de 163 *km* de Brive à Montauban;

6° La marche est tellement facilitée par la grande pression et la grande production de la chaudière qu'il n'est presque jamais utile de serrer l'échappement; on ne le serre, lorsque la grille est encrassée, que d'un cran, très rarement de deux.

Donc, sous le rapport de la grande détente à haute pression, on peut dire que la distribution genre Corliss ne laisse rien à désirer; ce qui se trouve démontré pour la première fois avec succès.

*Marche des compound à pression réduite.* — Dans la discussion du Mémoire, il a été dit que certaines locomotives compound à manivelles à 162° avaient fait les travaux les plus variés, en remorquant des charges de 100 *t* à grande vitesse et des charges de 690 *t* à petite vitesse, développant ainsi des forces évaluées à 400 et à 1 300 *ch* indiqués; que les mêmes machines développent une puissance constante de 1 150 *ch* indiqués en remorquant des trains de 180 *t*, aux vitesses de 85 *km* sur rampe de 5 *mm*, de 102 *km* en palier, et de 118 *km* en pente de 5 *mm*. Cela est tout naturel, car si l'on prend les chiffres de M. L. Salomon, cités § 16, tableau 10, on voit qu'en moyenne la consommation d'eau (ou de vapeur) par heure et par cheval à la barre d'attelage ou de traction de ces machines est de 14 527 *kg*; d'où il suit que pour 1 150 *ch* indiqués, la chaudière doit produire par heure $1\,150 \times 0{,}66 \times 14\,527 = 11\,026$ *kg* de vapeur sous la pression de 14 *kg*. Est-il donc possible de comparer de pareilles locomotives à d'anciennes qui ne produisent au maximum que 7 500 *kg* sous la pression de 9 à 10 *kg*?

Digitized by Google

Sur certains réseaux où les mêmes compound font des services très variés, on a reconnu qu'il était impossible de leur demander toujours de marcher à 14 *kg* et à grande détente; dans ce cas, en effet, pour les trains peu chargés aux vitesses de 60 *km*, les grands pistons font frein ou ne produisent aucun travail utile; la marche devient alors onéreuse. Pour améliorer ces mauvaises conditions, les machinistes étranglent la vapeur au régulateur et font tomber la pression de 14 à 10 et à 9 *kg* dans les boîtes de distribution des petits cylindres: ce qui leur permet de marcher à grandes introductions et sous bonne pression aux grands cylindres, de façon à bien utiliser les grands pistons. Une telle marche est anti-économique; cependant elle n'est pas plus mauvaise que celle des vieilles machines. Mais quand il faut demander à ces locomotives non plus 400 *ch* indiqués, mais bien 1 150, elles peuvent alors, grace à la production de 11 000 *kg* de vapeur par heure sous pression de 14 *kg*, faire ce qu'il est impossible d'obtenir avec 7 500 *kg* de vapeur à 10 ou à 9 *kg*.

Ces résultats ne sont pas dus au compoundage, car les essais de M. Dugald-Drummond font bien voir qu'ils sont aussi obtenus avec les machines ordinaires lorsqu'elles donnent les mêmes quantités de vapeur à mêmes pressions.

Du reste les locomotives à voyageurs type 12 de Belpaire produisent 15 500 *kg* de vapeur par heure sous la pression de 10 *atm*, et développent à la vitesse de 93 *km* à l'heure la force de 1 317 *ch* indiqués, ou de 880 *ch* à la barre d'attelage calculés suivant la méthode de l'Etat Belge; cependant elles ne sont pas compound et n'ont que deux cylindres. *(Voir le* Bulletin *de juin 1892 et le procès-verbal de la séance du 15 mai 1896.)*

M. LE PRÉSIDENT se félicite de l'ampleur de cette discussion, qui a duré deux séances, et il remercie M. Lencauchez d'avoir provoqué l'échange de vues aussi importantes.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. D.-P. Adam, E.-Ch. Amos, A.-M. Baucheron, M.-J.-E. Bélanger, J. Doré, P. Doyle, G. Dupont, C. Favard, A. Garcia, E. Gardel, P.-E. Georgeon, A.-T. Kreiss, L. Krieger, L.-E. Lambert, Ch.-F. Liagre, E. Marceau, J.-M.-C. Marmaduke, A. Valat, J.-E. Vanier, comme membres sociétaires, et de M. E.-L. Marchand comme membre associé.

MM. G. Brait de la Mathe, F. Chambon, H. Chasles, A. Costa da Cunha Lima, R. Desbarres, G. Festa, G. Fiévé, S. de Kareischa, H.-E. Legat, G. Ottoni, T. Spencer, J. Tourtsevitch sont reçus membres sociétaires, et MM. J.-E. Geoffray et L. Lahorgue membres associés.

**La séance est levée à dix heures et demie.**

*Le secrétaire,*
R. SOREAU.

Digitized by Google

# PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 21 OCTOBRE 1898

Présidence de M. A. Loreau, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président a le regret de faire part du décès de deux de nos Collègues :

M. J.-A. Crouet, Membre de la Société depuis 1896, gérant de la maison Civet, Crouet, Gautier et Cie, dirigeait une exploitation de carrières de pierre de taille;

M. A.-E. Hardon, Membre de la Société depuis 1878; a été Ingénieur et Agriculteur, chevalier de la Légion d'honneur.

M. le Président a le plaisir d'annoncer que M. G. Darrieus a été nommé officier de l'Instruction publique et M. L. Courtier, chevalier du Mérite agricole.

Ont été nommés membres des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux de 1900 :

MM. C. Baudry, M. Berthelot, H. Ch. Bouilhet, Ch. Compère, J. Dybowski, P. Krémer, A. Nançon, H. Vivarez.

M. le Président dépose sur le Bureau la liste des ouvrages qui ont été offerts à la Société depuis la dernière séance; parmi eux, il signale tout particulièrement :

De M. Kleim, l'*Album complet des locomotives et matériel roulant des chemins de fer Baltique Russes;*

De M. Goloubeff, Directeur des usines de Briansk, l'*Album des ateliers, des usines, des chantiers de la Compagnie de Briansk.*

M. le Président annonce qu'il a reçu du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, avis de la construction d'une Ecole industrielle dans la République Argentine. Ceux de nos Collègues que la question intéresse trouveront les renseignements détaillés au Secrétariat.

Enfin, notre Collègue, M. P.-M. Jullien a, dans une lettre adressée à M. le Président, exprimé le regret que le nom de son père, Ch.-Édouard Jullien, l'un des fondateurs de la Société, n'ait pas été cité au chapitre de la Métallurgie dans le volume du Cinquantenaire.

M. le Président saisit avec empressement cette occasion de rappeler les importants travaux de M. Jullien père qui sont présents à la mémoire de tous les métallurgistes et dont les communications à la Société ont été appréciées comme elles le méritaient non seulement en France mais à l'étranger.

Digitized by Google

Il est ensuite donné lecture des lettres suivantes complétant la communication de M. A. Lencauchez sur *l'utilisation de la vapeur*.

1° Une lettre de M. Ch. Bellens qui traite spécialement de la surchauffe de vapeur et ainsi conçue :

Paris, le 18 octobre 1898.

» Monsieur le Président et cher Collègue,

» Je viens de prendre connaissance, par le Bulletin n° 6 de notre Société, du travail de M. A. Lencauchez sur l'*Emploi de la vapeur comme puissance motrice*. J'ai beaucoup regretté de n'avoir pu assister aux dernières séances, mes occupations m'ayant appelé à l'étranger.

» J'arrive trop tard pour discuter l'ensemble de la communication de M. Lencauchez ; aussi je limiterai mes observations aux passages relatifs à la surchauffe de la vapeur. D'une façon générale, c'est une question dont le rôle économique a été méconnu, faute d'avoir été jusqu'ici suffisamment étudié.

» M. Lencauchez tire ses conclusions de résultats d'essais choisis parmi ceux qui se prêtaient le mieux pour appuyer sa thèse ; ce serait un travail aisé d'extraire des publications techniques, les éléments de tableaux en contradiction formelle avec ceux présentés par notre honorable Collègue. Ce n'est pas le moyen qu'il convient d'adopter pour élucider une question aussi importante.

» Pour une telle étude, les résultats de deux ou de plusieurs essais sont seulement comparables entre eux, lorsque toutes les conditions, sauf une, sont restées rigoureusement les mêmes. En procédant autrement, on s'expose à émettre des conclusions générales faussées par l'influence des variations de circonstances étrangères à celle en étude.

» Les seuls essais comparables sont présentés par M. Lencauchez à la page 1044. L'examen de la figure annexée montre à première vue qu'il s'agissait d'un surchauffeur un peu primitif dont l'efficacité était fortement mitigée par la disposition adoptée.

» On sait en effet, aujourd'hui, qu'au double point du rendement de l'appareil et de sa conservation, la vapeur à surchauffer doit être divisée en un grand nombre de veines minces. On active ainsi l'absorption de la chaleur et, par voie de conséquence, on maintient en bon état les surfaces métalliques de transmission. Un surchauffeur formé de tubes étirés, en acier, de petit diamètre, parcouru par un courant de vapeur animé d'une certaine vitesse, et léché par des gaz de 600° à 700°, ne se détériorera pas. La température de l'appareil sera un peu plus haute que celle de la vapeur, mais présentera toujours un grand écart avec la température du milieu dans lequel le surchauffeur est plongé.

» Il est à ma connaissance qu'un grand nombre d'appareils établis d'après ces principes ont été installés par deux des plus importantes maisons de construction de l'étranger.

» J'ai eu l'occasion de vérifier plusieurs de ces surchauffeurs, à la suite de périodes de service continu allant de deux à quatre années, et je les ai toujours trouvés en parfait état. Le reproche péremptoire de destruction rapide, formulé par M. Lencauchez, n'est pas fondé

Digitized by Google

» lorsqu'on se trouve en présence d'appareils bien compris et convenablement exécutés.

» Passons aux résultats de ces essais. Les renseignements publiés » sont des plus incomplets et ne permettent pas l'analyse des essais. Les » seuls résultats annoncés sont :

» Vapeur à 5 0/0 d'humidité ;

» Surchauffe de 5° ;

» Chute de température des gaz après passage par le surchauffeur : 100°.

» Or, ces trois résultats sont en contradiction. En admettant les circonstances les plus favorables (qui n'ont certainement pas été atteintes, » j'en suis convaincu), c'est-à-dire : un poids de 15 *kg* de produits pour » la combustion d'un kilogramme de houille et une vaporisation de 9 *kg* » d'eau, la chute de température de 100° aurait dû donner plus de 30° » de surchauffe et non pas 5°. Probablement plus de 50° de surchauffe » dans les conditions de marche réellement obtenues aux essais.

» En ce qui touche la surchauffe, ces essais sont erronés et les conclusions qu'en tire M. Lencauchez doivent être rejetées.

» J'ai dit que la question de la surchauffe de la vapeur n'a pas été » comprise ; c'est parce que, d'une façon générale, on a voulu étudier » son influence sur le rendement du moteur proprement dit. Cette étude » avait un intérêt scientifique à titre de vérification expérimentale du » théorème de Carnot. Mais comme il était impossible d'éliminer les » pertes de chaleur par les organes du moteur, on s'est trouvé en présence de résultats contradictoires. C'est ce qui a le plus nui au développement des applications rationnelles de la surchauffe.

» L'analyse des phénomènes qui accompagnent le travail de la vapeur » dans le cylindre m'entraînerait trop loin, mais il me suffira de mentionner ici, qu'en expérimentant une machine quelconque avec de la » vapeur surchauffée par gradation montante, on verra la consommation » de vapeur par unité de travail, diminuer jusqu'à une limite, correspondant à un degré de surchauffe variable pour chaque cas particulier. Ce degré de surchauffe une fois dépassé, les consommations de » vapeur croîtront alors avec une rapidité considérable.

» Dans une machine à double effet, il y aura économie, plus ou moins » grande, tant que la quantité de chaleur de surchauffe, apportée avec » la vapeur d'admission, sera égale ou inférieure à la quantité de chaleur perdue par les organes du moteur pendant la durée de la course. » Lorsque la première quantité sera supérieure à la deuxième, il y aura » surcroît de dépense.

» Mais, au point de vue industriel, il ne suffit pas de connaître le » rôle qu'un agent thermique joue sur le rendement d'un moteur, en » mesurant seulement les consommations, comme on le fait d'habitude, » d'après les quantités de vapeur qui traversent le robinet d'admission. » Il importe surtout de savoir combien d'eau il faut vaporiser dans la » chaudière pour produire l'unité de travail au moteur.

» Avec la vapeur saturée, les pertes de chaleur des conduites provoquent une condensation dans la vapeur. L'eau condensée passe en » grande partie aux cylindres, malgré les purgeurs et les séparateurs, et » y occasionne une dépense de vapeur supplémentaire. Pour chacune

Digitized by Google

» de nos machines actuelles, son maximum de rendement ne peut être » obtenu qu'à la condition d'avoir les parois du cylindre à l'état sec au » début de la période d'émission. La dépense de chaleur provoquée par » l'évaporation pendant l'échappement a d'autant plus d'importance » que la vapeur est un véhicule fort onéreux pour le simple transport » de chaleur du foyer aux parois des cylindres. Avec la vapeur surchauf- » fée. la perte dans les conduites se fait aux dépens de la chaleur spéci- » fique de surchauffe, la condensation de la conduite est annulée et, de » ce fait, la dépense de vapeur à la machine par unité de travail est » diminuée.

» Le seul et véritable rôle de la surchauffe est de parfaire aux pertes » de chaleur de la conduite et des organes des moteurs. En maintenant » la quantité de chaleur de surchauffe égale à la somme de ces pertes, » on réalisera, avec les appareils dont on dispose et les conditions » d'installation où ils sont placés, le maximum d'économie qu'ils per- » mettent.

» C'est parce qu'on a dépassé cette limite et envoyé aux cylindres de » la vapeur trop surchauffée qu'on s'est heurté à des mécomptes.

» On voit donc que les constructeurs de surchauffeurs font fausse route » en vendant des appareils dont les dimensions sont établies à l'avance » et en les laissant installer un peu à tort et à travers. Pour chaque cas, » l'application rationnelle de la surchauffe est un problème qui doit être » résolu. On sera ainsi certain du succès, lequel, contrairement à ce » que dit M. Lencauchez, est toujours possible, même s'il s'agit d'une » machine très économique. La perfection du moteur en lui-même a » peu d'influence sur les pertes par les organes ; elle n'en a aucune sur » les portes de la conduite.

» Je suis aussi en désaccord avec M. A. Lencauchez et avec M. Ch. Com- » père au sujet des effets des surchauffeurs à foyer indépendant; c'est » précisément ce mode d'installation qui a donné industriellement les » plus graves mécomptes (avaries et explosions des appareils, résultats » économiques négatifs).

» Quel que soit le type de chaudière et son mode d'installation, » l'étude du problème, d'après les grandes lignes que je viens d'indi- » quer, offrira toujours le moyen d'intercaler un surchauffeur, suffisam- » ment efficace, dans les carneaux. Ce dernier mode d'installation offre » tous les avantages : le rendement de la chaudière en est *toujours* aug- » menté, la quantité de chaleur passant au surchauffeur suit l'allure de » la dépense de vapeur, l'appareil lui-même se trouve dans des condi- » tions plus favorables à sa bonne conservation, et l'on évite la main- » d'œuvre et la dépense de charbon supplémentaires. »

» Veuillez agréer, etc...

» Ch. Bellens. »

M. A. Lencauchez répond qu'il s'est appliqué à ne choisir ses exemples qu'avec la plus grande impartialité, et il les a puisés dans les travaux d'un auteur dont la compétence est reconnue de tous : le docteur Witz ; s'il n'a pas donné de résultats plus complets ou plus satisfaisants, c'est qu'il n'en a pas eu connaissance.



Digitized by Google

2° Une lettre de M. F. L. Barbier qui présente trois observations, et ainsi conçue :

« Paris, le 21 octobre 1898.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Dans l'impossibilité d'assister à la séance de ce soir, j'ai l'honneur » de vous prier de me permettre de faire quelques observations que m'a » suggérées la lecture du procès-verbal du 7 courant. Elles sont relatives à la note que M. Lencauchez a présentée, pour répondre à quelques-unes des critiques soulevées le 20 mai dernier à propos de son mémoire sur « l'utilisation de la vapeur ». Dans sa communication verbale, notre Collègue n'a donné qu'un résumé de cette note ; il ne m'a donc pas été permis d'appeler l'attention de M. Lencauchez sur les trois points suivants, que je vois figurer sur le procès-verbal et dont il n'a pas été question dans la séance du 7 octobre :

» Le premier est une simple remarque touchant la pression des locomotives compound de la Compagnie du Nord sur lesquelles ont été faites les expériences de traction, dont j'ai donné un aperçu dans la séance du 20 mai. Ces machines sont timbrées à 15 *kg* et non à 14 *kg* ;

» 2° Il n'y a pas lieu d'envisager le cas — tout au moins sur le réseau du Nord — où ces locomotives remorqueraient de très faibles charges, à la vitesse de 60 *km*, en développant, sur profil facile, une puissance de 400 *ch* seulement, car en pratique ce cas ne se présente pas. Ces machines sont destinées à remorquer surtout des trains rapides, souvent lourdement chargés, dont la vitesse moyenne de pleine marche est de 90 à 95 *km* et qui, normalement, fournissent un travail de 900 à 1 200 *ch* sur les pistons. Si l'on a fait traîner à ces locomotives compound de très lourdes charges *à faible vitesse*, en leur faisant produire seulement 400 *ch*, c'est-à-dire en les plaçant dans des conditions de travail assez éloignées de celles pour lesquelles elles ont été établies, ce fut uniquement à titre expérimental, dans le but d'évaluer leur effort de traction maximum. Mais alors, contrairement à ce que semble croire M. Lencauchez, la vapeur, à ces trains d'expériences, n'était pas étranglée par le régulateur : celui-ci était presque toujours largement ouvert et, d'autre part, les grands pistons, loin de se mouvoir dans de la vapeur morte, fournissaient généralement au moins la moitié de la puissance ;

» 3° Il n'est pas absolument démontré, ainsi que l'a avancé notre Collègue, que la marche avec régulateur étranglé — dans des limites raisonnables, bien entendu — soit « anti-économique ». Je prendrai la liberté de rappeler certains résultats d'expériences que notre ancien Président, M. du Bousquet, a fait effectuer récemment avec une locomotive compound à grande vitesse, de la Compagnie du Nord, et dont j'ai eu l'honneur de donner le compte rendu dans la *Revue générale des chemins de fer* (nos de mars, juin et juillet 1898). La dernière partie de cette étude a fait ressortir les avantages qui résultent — à égalité de travail développé — d'un usage modéré de l'étranglement au régulateur, concurremment avec des admissions prolongées, de préférence à l'ouverture en grand de ce régulateur, tout en réduisant le degré d'introduction dans les cylindres.

Digitized by Google

» Dans le premier cas, la chute de pression, que l'on crée intentionnellement dans les boîtes à vapeur, ne se traduit pas complètement par une perte correspondante d'effet utile. Aucun travail externe n'étant produit par ce laminage, l'énergie disparue se transforme en chaleur qui vaporise une partie de l'eau vésiculaire, et, même, donne lieu à un léger surchauffage de la vapeur, de sorte que le rendement thermique pourra, en somme, ne subir que de faibles modifications.

» D'autre part, en étranglant un peu la vapeur par le régulateur, tout en adoptant des crans d'admission plus élevés, on a les avantages suivants : écoulement plus continu de la vapeur dans les tuyaux; diminution, dans les boîtes à tiroirs, des variations de pression et des coups de bélier, qui accroissent les résistances passives, augmentent l'usure des tiroirs et de leurs tables et favorisent les entraînements d'eau; efforts tangentiels plus réguliers; augmentation du rapport de l'aire totalisée des deux diagrammes de haute et de basse pression, à l'aire théorique; enfin, réduction de la dépense de vapeur par cheval utilisé au crochet de traction.

» Telles sont les conclusions qui ont été tirées des expériences rappelées ci-dessus; comme elles se trouvent en opposition avec l'assertion de M. Lencauchez, j'ai cru devoir les rappeler sommairement.

» Veuillez agréer, etc...

« F. Barbier. »

M. A. Lencauchez sait que le timbre de 14 *kg* des premières compound du Nord a été ensuite porté à 15 *kg;* c'est une mesure qu'il ne peut qu'approuver.

En ce qui concerne la marche à puissance réduite, M. A. Lencauchez a simplement voulu dire que, lorsqu'on est obligé d'utiliser ces machines à haute puissance pour des efforts moindres, en dehors même de la Compagnie du Nord, on y arrive en étranglant la vapeur et que, même dans ces conditions défavorables, elles ont encore un aussi bon rendement que les anciennes machines moins puissantes.

En ce qui concerne la théorie de M. Barbier sur le séchage et la surchauffe de la vapeur détendue, il ne partage pas cette manière de voir et il ne pense pas que, pratiquement, on recueille réellement de tels avantages de cette manière de faire.

3° Une lettre de M. G. du Bousquet qui s'associe aux observations présentées dans la dernière séance par M. Ch. Baudry; elle est ainsi conçue :

« 21 octobre 1898.

» Monsieur le Président,

» J'ai lu, avec le plus haut intérêt, le compte rendu de la dernière séance de la Société des Ingénieurs civils, où notre savant collègue M. Baudry, répondant à une communication antérieure de M. Lencauchez, a parlé en si excellents termes des locomotives Compound à quatre cylindres.

» Je n'ai aucune observation à présenter, mais je voudrais vous prier de vouloir bien autoriser une addition au procès-verbal.

Digitized by Google

» Je désirerais que, dans l'énumération des locomotives Compound » du Nord, il fût indiqué que les soixante locomotives à grande vitesse » à deux essieux couplés, et les dix premières locomotives à trois essieux » couplés ont été construites dans les ateliers de construction de la So- » ciété Alsacienne à Belfort.

» Je tiens d'autant plus à cette addition que M. de Glehn, adminis- » trateur délégué de la Société Alsacienne a été, dans l'établissement de » ces machines, le collaborateur très apprécié des Ingénieurs de la » Compagnie du Nord.

» Veuillez agréer, etc...

» G. du Bousquet. »

M. le Président, d'accord avec M. Baudry, fera faire la rectification demandée à laquelle il s'associe bien volontiers. Toutes les observations à la communication de M. A. Lencauchez ayant reçu leur réponse et personne ne demandant plus la parole sur ce sujet, la discussion est close.

M. le Président donne ensuite la parole à M. P. Mercier pour sa communication sur *divers moyens d'augmenter la latitude du temps de pose en photographie.*

M. P. Mercier rappelle que les plaques sensibles au gélatino-bromure d'argent offrent généralement une latitude assez faible dans le temps de pose. Le meilleur remède à la surexposition était jusqu'ici de développer les clichés avec un révélateur à l'hydroquinone et au sulfite-carbonate de soude plus ou moins bromuré. Mais ce révélateur est souvent insuffisant pour obtenir de bons résultats lorsque la pose a été un peu exagérée.

Le révélateur joue un grand rôle dans le résultat fourni pour un cliché inexactement posé : seuls les révélateurs lents peuvent donner une image acceptable lorsque la pose a été exagérée. On peut, en effet, diviser les révélateurs alcalins, généralement usités, en trois groupes :

1° *Les révélateurs violents* qui sont ceux à l'amidol ou diamidophénol, au métol et à l'ortol, quel que soit l'alcali qui leur est ajouté (l'amidol agit par simple addition de sulfite sans carbonate).

Les révélateurs à l'hydroquinone, à l'acide pyrogallique, etc., additionnés d'alcali libre sont également des révélateurs violents, agissant rapidement et demandant beaucoup de bromure;

2° *Les révélateurs intermédiaires*, tels que l'acide pyrogallique, l'iconogène et la pyrocatéchine, plus maniables que les précédents;

3° Enfin *les révélateurs lents* dans lesquels on classera les bains d'hydroquinone ou de glycine préparés aux carbonates alcalins, sans alcali libre. Ces derniers seuls permettent une grande élasticité dans le temps de pose. Agissant lentement, le développateur a le temps de traverser la couche sensible et les noirs ont le temps de monter avant que la plaque ne se soit voilée par la venue prématurée des détails.

C'est en cherchant à diminuer le temps de pose que M. Mercier a rencontré un certain nombre de produits chimiques qui, introduits dans la couche sensible elle-même, permettent non seulement de diminuer un

Digitized by Google

peu ce temps de pose avec les révélateurs à l'hydroquinone, mais permettent surtout de l'augmenter jusqu'à des limites extrêmes lorsqu'on emploie ledit révélateur.

Pour obtenir ce résultat, il suffit de préparer les solutions qui vont être indiquées et d'y plonger la plaque sensible pendant un temps déterminé. On secoue alors fortement la plaque pour chasser l'excès de liquide qui produirait des taches, et on la fait sécher. Elle peut alors être utilisée.

On peut diviser les produits en question en deux groupes :

*Un premier groupe A* comprend ceux qui doivent être employés à la dose de 1 à 3 *g* par 100 *g* de solution. Ce sont : 1° l'émétique et certains sels d'arsenic; 2° la morphine et la codéine ou leurs sels;

*Un deuxième groupe B* comprend des substances employées à doses extrêmement faibles. Ce sont : 1° les produits qui forment la base même des révélateurs dits alcalins ordinaires, c'est-à-dire l'amidol, le métol, l'ortol, l'hydroquinone, l'acide pyrogallique, auxquels il convient d'ajouter l'ésérine et l'apomorphine, etc., qui sont également des révélateurs, ces produits devant être introduits dans la couche sensible à leur état normal, c'est-à-dire non oxydés;

2° Les mêmes substances oxydées.

D'après ce qui a été dit plus haut, dans tous les cas où il y a surexposition, l'usage de ces produits doit être complété par l'emploi exclusif d'un révélateur à l'hydroquinone tel que celui-ci :

| | |
|---|---|
| Hydroquinone . . . . . | 8 *g* |
| Sulfite de soude anhydre. . . . . | 30 à 40 *g* |
| Carbonate de soude . . . . . | 60 à 80 *g* |
| Eau . . . . . | 1 *l* |

auquel on ajoute 1 à 5 *g* de bromure de potassium selon que la pose a été plus ou moins prolongée. On pourrait aussi utiliser un révélateur analogue à la glycine, mais l'hydroquinone est préférable.

Groupe A. — L'émétique, tartrate double d'antimoine et de potasse, doit être employé à la dose de 2,50 *g* pour 100 *g* d'eau. La plaque doit séjourner dans le bain exactement deux minutes. On la secoue alors fortement, puis on la fait sécher.

On constate qu'avec les plaques sensibles ainsi traitées l'image se développe beaucoup plus vite et monte beaucoup plus, dans le révélateur à l'hydroquinone, que les mêmes plaques non traitées et qu'elles donnent encore de bonnes images avec des temps de pose qui peuvent aller jusqu'à plus de 300 fois l'exposition normale, c'est-à-dire le temps d'exposition qui donnerait un bon cliché avec tout autre révélateur, notamment avec les révélateurs violents.

Il faut remarquer que l'émétique avance le développement même en cas de manque de pose, de telle sorte qu'il ne peut être nuisible. Ce sel n'a aucune action notable avec les révélateurs autres que l'hydroquinone, sauf avec l'acide pyrogallique et la pyrocatéchine; avec ceux-ci le développement est beaucoup retardé.

Les sels d'arsenic que l'on pourrait utiliser, sont les arsénites alcalins additionnés de citrates. Ces produits étant très dangereux, et, du reste,

Digitized by Google

de beaucoup inférieurs aux sels d'antimoine, il faut en éviter l'emploi. Les sels de morphine et la codéine, bien que vénéneux, peuvent être manipulés sans danger. On emploie de préférence la morphine à l'état de sulfate et à la dose de 2 *g* de ce sel pour 100 *g* d'eau. Pour la codéine on fait usage d'une solution légèrement alcoolique à 1 0/0, et l'on y plonge la plaque à traiter pendant 2 minutes comme pour l'émétique et la morphine.

Lorsqu'on utilise les sels de morphine, il est bon d'acidifier légèrement la solution avec un peu d'acide acétique, pour éviter la précipitation de la morphine, due à l'alcalinité que présentent la plupart des plaques sensibles du commerce.

La morphine et la codéine avancent toujours le développement à l'hydroquinone et favorisent, comme l'émétique, la montée des noirs, même en cas de manque de pose. Avec le révélateur à l'hydroquinone très bromuré, elles permettent également d'exagérer l'exposition jusqu'à 2 ou 300 fois la pose normale.

En développant de telles plaques à l'acide pyrogallique, on constaterait qu'elles ne le retardent aucunement, mais qu'elles l'avancent légèrement, au contraire de l'émétique.

Groupe B. — 1° *Réducteurs-développateurs non oxydés.* — Ces produits, bien qu'éminemment altérables, peuvent cependant être introduits dans la couche sensible argentique, à la condition d'aciduler légèrement la solution avec un peu d'acide acétique. La dose convenable est de 0,10 *g* à 0,20 *g* du produit choisi, pour 100 *g* d'eau, auxquels on ajoute 20 à 30 gouttes d'acide acétique. Les plaques acides donnent les meilleurs résultats. On emploiera de préférence l'ortol, le métol ou l'ésérine. Le développement des plaques ainsi préparées est très rapide et l'image monte considérablement dans le révélateur. Ils permettent facilement jusqu'à 100 à 200 fois la pose normale.

2° *Réducteurs-développateurs oxydés.* — Ces produits, à l'encontre des précédents, retardent le développement à l'hydroquinone au lieu de l'avancer, lorsque la pose a été normale ou insuffisante. Mais en revanche ils permettent d'exagérer le temps de pose d'une façon extraordinaire en donnant encore des clichés utilisables.

Ils doivent être employés à dose extrêmement faibles. C'est ainsi que l'amidol, qui fournit les meilleurs résultats, permet d'obtenir des clichés passables, même lorsque le temps de pose est porté jusqu'à 10 000 et 20 000 fois l'exposition normale, avec des plaques traitées, comme il est dit pour les produits cités précédemment, par une solution contenant seulement 0,01 *g* d'amidol par 100 *g* d'eau.

Le métol, l'ortol, l'acide pyrogallique, l'amorphine oxydés donnent des résultats analogues et permettent de poser jusqu'à 1 000 fois le temps d'exposition normal. Pour obtenir ces solutions de développateurs oxydés, il suffit de préparer des solutions avec les produits frais, et de les laisser exposées à l'air jusqu'à ce qu'elles se soient plus ou moins colorées.

Toutes les substances dont il a été question donnent les meilleurs résultats lorsqu'on les emploie avant la pose.

Mais la plupart d'entre elles peuvent être utilisées après la pose, à la

Digitized by Google

condition d'ajouter à la solution un antiseptique convenable, tel que 25 *g* d'une solution alcoolique de thymol à 1 0/0.

M. O. Rochefort demande si le procédé de M. Mercier est applicable à la radiographie, ce serait très important parce qu'il n'y a pas encore de méthode pour déterminer exactement le temps de pose.

M. P. Mercier répond qu'il ne l'a pas essayé, n'en ayant pas eu l'occasion.

M. O. Rochefort sera très heureux de mettre M. Mercier à même de poursuivre des expériences dans ce sens.

M. le Président remercie M. Rochefort de cette promesse qui ouvre le champ à de nouvelles expériences fort intéressantes et adresse ses compliments à M. Mercier pour les études qu'il vient d'exposer avec beaucoup de clarté.

La parole est à M. H. Mamy pour sa communication sur la *Prévention des accidents de travail et l'initiative privée.*

M. H. Mamy constate que dans tous les pays industriels la question des accidents du travail est à l'ordre du jour. Toute une législation nouvelle et spéciale est créée ou se crée en ce moment. Un grand mouvement s'est produit simultanément dans toutes les nations. Des congrès internationaux, ayant un caractère semi-officiel, se sont réunis à Paris, à Berne, à Milan, à Bruxelles, pour étudier ce grave problème et essayer de le résoudre.

La place importante qu'a prise cette question dans les préoccupations des hommes politiques, des économistes, des ingénieurs, des industriels tient à plusieurs causes, dont la principale est l'augmentation considérable du nombre des accidents, par suite de l'introduction et du développement continu de l'outillage mécanique dans l'industrie moderne.

Si, à défaut de statistiques françaises qui n'existent pas encore avec un degré suffisant d'exactitude, nous nous reportons aux statistiques allemandes pour y puiser des éléments d'appréciation, nous voyons qu'en 1896 il y a eu, en Allemagne, dans les corporations industrielles seulement, *233 319* accidents déclarés, sur lesquels on compte *4040* morts. L'importance de ces chiffres explique l'intérêt avec lequel on étudie cette question.

Elle comporte deux problèmes, celui de la *réparation* et celui de la *prévention.*

Pendant longtemps, on ne s'est occupé que de l'un d'eux, celui de la réparation. On s'est efforcé d'atténuer, dans la mesure du possible, les conséquences désastreuses qui résultent de la mort ou de la mutilation d'un ouvrier. Les assurances contre les accidents se sont créées et développées. Un principe nouveau, celui du risque professionnel, a pénétré peu à peu dans les diverses législations et le Parlement français l'a consacré en votant la loi du 9 avril 1898, qui organise la réparation des accidents du travail.

Le second problème qui restait à résoudre, celui de la prévention des accidents, est plus important peut-être encore que le premier, car il vaut

Digitized by Google

mieux prévenir que réparer. Les pouvoirs publics s'en sont occupés également. En France, on a cherché à résoudre la question par l'organisation d'une inspection officielle et par la loi du 12 juin 1893, complétée par le décret du 10 mars 1894.

Mais l'initiative privée a devancé, en cette matière, l'intervention de l'État.

Il faut reconnaître qu'à certains points de vue son action présente sur celle de l'État une grande supériorité.

Si l'État peut agir sur tous à la fois et imposer sa volonté, grâce aux sanctions pénales, il a contre lui l'uniformité et l'inflexibilité des règles qu'il trace.

L'initiative privée, au contraire, grâce à ses qualités de souplesse et d'élasticité, se plie beaucoup mieux aux exigences si multiples et si variées du travail industriel ; elle s'adapte aux besoins de la pratique et modifie ses solutions dans chaque cas particulier.

Les premières associations d'initiative privée contre les accidents ont été les associations de propriétaires d'appareils à vapeur. M. Ch. Compère, dans son remarquable rapport au Congrès international de Paris, en 1889, a fait l'exposé de ces associations et de leur fonctionnement. Tantôt elles sont locales, comme en France, en Allemagne, tantôt générales, comme en Suisse, en Autriche, en Belgique. Elles sont arrivées à supprimer presque complètement les explosions dans les chaudières de leurs adhérents.

En dehors de ces associations, il s'en est créé d'autres destinées à combattre les accidents du travail provenant de l'outillage lui-même, des moteurs, des transmissions, de l'installation générale des usines et des ateliers.

L'exemple est venu d'Alsace. En 1867, M. Engel-Dollfus proposait à ses collègues de la Société industrielle de Mulhouse la création d'une association pour combattre les accidents de fabrique.

« Le fabricant, leur disait-il, doit autre chose à ses ouvriers que le » salaire ; il est de son devoir de s'occuper de leur condition morale et » physique, et cette obligation toute morale, qu'aucune espèce de sa- » laire ne saurait remplacer, doit primer les considérations d'intérêt » particulier qui paraissent quelquefois se mettre en opposition avec ce » sentiment. »

L'appel d'Engel-Dollfus fut entendu, l'*Association de Mulhouse* contre les accidents de fabrique fut créée et elle a rendu les plus grands services à l'industrie alsacienne.

En 1880 se créait, sous la présidence de M. J. de Coëne, l'*Association normande* pour combattre les accidents du travail.

En 1883, sur l'initiative de la Société de protection des Apprentis et sous la présidence d'Émile Muller, était fondée l'*Association parisienne des Industriels* pour préserver des accidents du travail les ouvriers de toutes spécialités. En 1887, elle élargissait le cadre de son action et devenait l'*Association des Industriels de France* contre les accidents du travail. A la mort de son président-fondateur, elle appelait à sa tête, pour le remplacer, l'un de nos anciens vice-présidents, M. S. Périssé, et dans son Conseil de direction nous avons le plaisir de compter un

Digitized by Google

certain nombre de nos Collégues, MM. G. Dumont, Michaud, Ed. Simon, etc.

Aujourd'hui, cette association compte près de 2400 membres et exerce déjà son action dans 72 départements et sur plus de 250000 ouvriers.

Un rameau détaché il y a quelques années a constitué l'*Association des Industriels du Nord de la France.*

L'exemple donné par la France a été suivi à l'étranger.

En 1890, M. Westerouen van Meeteren créait, à Amsterdam, l'*Association néerlandaise* contre les accidents de fabrique.

En 1890 également, sous la présidence de M. le baron de Macar, était fondée, à Bruxelles, l'*Association des Industriels de Belgique* contre les accidents du travail.

Enfin, en 1894, à la suite du Congrès international de Milan, M. le Commandeur E. de Angeli, aujourd'hui sénateur, créait l'*Association des Industriels d'Italie* pour préserver les ouvriers des accidents.

Toutes ces associations, dues à l'initiative privée, sont aujourd'hui en plein développement. Leur action protectrice peut diminuer les accidents dans une proportion que l'on peut estimer de 40 à 50 0/0. M. Engel-Gros, au Congrès international de Berne, estimait que le chiffre de 50 0/0 était plutôt au-dessous de la vérité.

Le moyen le plus efficace par lequel ces Associations exercent leur action est la visite des ateliers ou des usines des adhérents par les Ingénieurs de l'Association, visites dans lesquelles ceux-ci donnent aux industriels tous les avis, conseils ou renseignements, qui sont de nature à assurer la sécurité du travail et l'hygiène de l'atelier.

A ces visites, l'Association des Industriels de France, si nous la prenons comme exemple, ajoute :

Des publications diverses, bulletins annuels, brochures spéciales à une industrie ou à une catégorie de machines-outils, circulaires, etc., donnant tous les renseignements techniques, administratifs, législatifs, statistiques;

Des affiches d'atelier, destinées à être placardées sous les yeux des ouvriers et des contremaitres;

Des concours publics pour la création ou l'amélioration des dispositifs de sécurité ou d'hygiène. (L'Association des Industriels de France a déjà ouvert six de ces concours ; lunettes d'atelier, masques-respirateurs contre les poussières, appareils de cabinets d'aisances pour usines et ateliers, chapeau de sûreté pour scie circulaire, monte-courroie portatif, appareil protecteur pour toupie);

Enfin, des récompenses décernées aux ouvriers et contremaitres qui se font remarquer par leur bonne volonté dans l'observation et l'application des mesures protectrices.

Pour compléter cette énumération des œuvres dues à l'initiative privée, il faut citer les musées d'hygiène industrielle et de prévention des accidents. L'Association des Industriels de France avait réuni les premiers éléments d'un musée de ce genre, qu'elle a offerts au Conservatoire des Arts et Métiers. Le Conservatoire les a acceptés et a installé ce petit musée dans une de ses nouvelles galeries.

En 1883, les inspecteurs fédéraux suisses ont constitué le noyau d'un

Digitized by Google

musée des accidents du travail, qui s'est développé depuis, et qui figure maintenant au Polytechnicum de Zurich.

A Vienne, en 1890, M. le Dr F. Migerka, inspecteur central du travail, par la seule action de l'initiative privée, a pu créer un très intéressant musée des accidents du travail, qui compte aujourd'hui plus de quatre cents modèles et est assuré d'un revenu annuel de 12 000 *f* environ.

Enfin, en 1892, à Amsterdam, a été créé un musée de même nature, dans lequel figurent non plus seulement des modèles, mais des machines en mouvement, telles qu'elles fonctionneraient dans un atelier. Sous l'active impulsion de M. l'Ingénieur van Etten, ce musée a pris une grande extension.

Il faut souhaiter que l'État encourage et favorise le développement de toutes ces œuvres d'initiative privée. Il y trouve un puissant concours, qui lui permet de se renfermer avec plus d'autorité dans son rôle répressif.

M. le Président remercie M. Mamy qui a traité avec une grande compétence une question qui nous tient tous à cœur, car il s'agit de la sécurité du personnel qui nous est confié: il constate avec plaisir que les résultats déjà obtenus par l'initiative privée sont très encourageants.

M. A. Lavezzari a la parole pour décrire *le Tendeur dynamométrique* de notre Collègue, M. Louis Simon.

Ce tendeur, qui a été décrit dans le *Bulletin technologique* de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, se compose, comme tous les appareils de ce genre, de deux mâchoires dont le rapprochement peut être produit soit par des vis, soit par une corde suivant la dimension de la courroie. Le point particulier de l'appareil réside en ce que la tension n'est pas transmise directement d'une mâchoire à l'autre, mais par l'intermédiaire d'une sorte de barre d'attelage au moyen de ressorts de compression. Une aiguille, fixée à la mâchoire mobile et qui se meut devant une règle graduée fixée à la barre, indique le degré de compression des ressorts et, par suite, la tension sur la courroie. Lorsque l'on a obtenu la tension désirée, il ne reste plus qu'à relier ensemble les deux extrémités par les procédés ordinaires.

M. L. Simon décrit plusieurs dispositifs de son appareil suivant la dimension et la nature des courroies.

Il donne ensuite le résultat d'expériences faites par M. Ringelmann, Directeur de la Station nationale d'essai des machines agricoles, avec des courroies dont la tension était exactement connue, grâce à l'emploi de son tendeur. Il en ressort que le coefficient de frottement varie avec la vitesse des poulies et qu'il est, en tout cas, bien supérieur à celui de 0,135 admis généralement.

M. Simon termine sa note par un extrait du *Bulletin* d'expériences de la station d'essai de machines agricoles, entièrement favorable à son tendeur qui paraît appelé à rendre d'excellents services dans les ateliers.

M. le Président remercie M. Lavezzari des renseignements qu'il vient de donner.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. H.-L. Blouin, A.-F. Bonabeau, H.-P. Bouchayer, A. Cou-

Digitized by Google

roux, L.-E. Cuvillier, J.-A. Déjardin, E. Delage, J. L.-A. Desmarest, G. Duprat, A. Figueredo, P.-E. Georgeon, A.-H. Gillet, Ch. Howard, W. Lachlan, J.-O.-A. Laforest, A.-A. Marchand, E.-A. Marchandier, L.-N. Masson, J. Praxedes, L. de Solms, comme membres sociétaires, et de

MM. le vicomte J.-E. Chalanqui-Beuret, A. Dreux, E. Giliard et A.-C. Pilleaud comme membres associés.

MM. D.-P. Adam, E.-Ch. Amos, A.-M. Baucheron, M.-J.-E. Bélanger, J. Doré, P. Doyle, G. Dupont, C. Favard, A. Garcia. E. Gardel, A.-T. Kreiss, L. Krieger, L.-E. Lambert, Ch.-F. Liagre, E. Marceau, J.-M.-C. Marmaduke, A. Valat, J.-E. Vanier, sont reçus membres sociétaires, et

M. E.-L. Marchand membre associé.

**La séance est levée à dix heures et demie.**

*Le Secrétaire,*
A. Lavezzari.

Digitized by Google

# NOUVELLE INSTALLATION HYDROÉLECTRIQUE DU MONT-DORE [1]

PAR

M. A. LAVEZZARI

Le lac de Guéry, le plus élevé des lacs de l'Auvergne, est situé sur la route de Clermont-Ferrand au Mont-Dore, à 10 *km* de cette station de bains.

Il paraît appartenir à une formation volcanique plus ancienne que la plupart des lacs qui l'entourent, ainsi qu'en témoignent de grands amas de roches basaltiques et l'aspect tourmenté du pays environnant; il est enfermé dans un cirque de montagnes dont quelques-unes atteignent 1 500 *m* d'altitude; il est lui-même à la cote 1 260.

Cette situation élevée sur le col des hauts sommets de la chaîne des monts d'Auvergne, et l'absence d'abri, l'exposent à l'action des grands froids et des grandes pluies. Aussi, après être resté enfermé chaque année pendant près de six mois sous les glaces, déverse-t-il dans le torrent de l'Enfer, qui lui sert de déversoir, des quantités d'eau considérables lorsque vient la fonte des neiges, augmentées bientôt par les pluies torrentielles du printemps.

Le lac de Guéry *(fig. 1)* est, en effet, alimenté par un bassin d'une superficie de plus de 1 000 *ha* sur lequel tombe une couche d'eau annuelle qui dépasse 1,50 *m* mesurée au pluviomètre.

La superficie du lac, qui était autrefois de 23 *ha*, a été réduite, il y a une vingtaine d'années, à 15 *ha*, par l'abaissement du seuil de son déversoir, dans le but de créer de nouvelles prairies excellentes pour l'élevage du bétail, seul commerce du pays. Sa profondeur moyenne était encore de 6 *m*, mais elle atteint par places 23 *m*.

Quelques propriétaires du Mont-Dore, MM. Belon, Ramade, Sarciron, Dr Tardieu et Tardif, ayant eu connaissance de travaux hydrauliques importants faits en Suisse, furent frappés des condi-

(1) Voir Planche n° 211.

Digitized by Google

tions exceptionnelles, pour une captation, que présente le lac de Guéry, placé dans une immense cuvette entièrement fermée, percée seulement d'une étroite ouverture de quelques mètres de largeur.

Aussi, dès 1891, formèrent-ils le projet de doter leur pays d'une installation électrique capable de le faire bénéficier des progrès réalisés par la science en y créant de toutes pièces un centre industriel. Depuis cette époque, ils n'ont cessé de poursuivre, avec une patience et une énergie qui leur font le plus grand honneur, la réalisation de ce vaste projet qui vient de recevoir, cette année seulement, un commencement d'exécution, après avoir été entravé de mille manières par les décevantes tracasseries d'une administration locale malavisée. Je me fais un devoir de rendre ici hommage à cette persévérance qui peut être citée comme un exemple de ce que peut produire l'initiative privée, exemple d'autant plus louable que toute idée de spéculation personnelle a été écartée du but poursuivi.

C'est en 1893 que je fus appelé au Mont-Dore pour étudier un projet d'usine électrique qui fut vite préparé. Il comprenait le surélèvement du lac de 10 *m*, pour porter sa surface à 30 *ha*, et l'établissement d'une usine dans le ravin à laquelle l'eau aurait été amenée par une conduite en tôle d'acier d'une longueur de 2 *km* avec une chute de 200 *m* environ.

On pouvait ainsi créer une usine capable de développer 1 000 *ch* de jour et de nuit pendant toute l'année. Cette force devait servir à l'éclairage électrique de la Bourboule et du Mont-Dore ainsi que des villages environnants; actionner des tramways électriques et, enfin, créer un centre industriel qui occuperait les habitants pendant les dix longs mois qui ne sont pas la saison.

Mais si le projet avait été vite fait, l'exécution ne devait pas être aussi rapide; c'est quand on voulut l'aborder que commencèrent les tracasseries et les difficultés auxquelles je faisais allusion il y a un instant, et le rêve ne put être réalisé.

Il importait cependant de prendre pied et de s'assurer de suite la libre disposition du régime des eaux, et on n'hésita pas à construire un barrage, dès l'année 1894, convaincu que, tôt ou tard, on en aurait l'emploi.

A vrai dire, ce barrage fut réduit à des proportions plus modestes, et on se contenta d'une hauteur de 5 *m*, suffisante pour porter la surface du lac à 26 *ha* et pour répondre aux premiers besoins qui surgiraient. Cette hauteur réduite avait le grand avan-

Digitized by Google

tage d'éviter le déplacement de la route de Clermont qui longe le lac sur une longueur de 800 *m* environ.

La construction de ce barrage, entreprise au mois de septembre 1894, fut terminée en novembre ; ses proportions modestes ne le classent pas parmi les ouvrages importants ; cependant il présente quelques particularités intéressantes à noter.

J'en ai donné la coupe *(fig. 3)* ; on rémarquera la façon dont le sol a été entaillé en dents de scie pour recevoir les fondations ; c'est une disposition que n'a pas signalée notre savant Collègue, M. Langlois, lors de son importante communication sur les barrages, et dont je me suis bien trouvé ; son but est de n'avoir que des pressions normales au joint lorsque le barrage est plein ; par contre, j'ai appliqué, dès cette époque, une méthode que je l'ai vu recommander avec grand plaisir, c'est celle qui consiste à noyer dans la maçonnerie de grosses pierres verticales longues qui constituent autant de harpes entre les différentes assises.

Comme je viens de le dire, les proportions de ce barrage n'entraînaient aucune difficulté de construction ; cependant je n'étais pas sans préoccupation, en raison de la nature du sol sur lequel il repose.

En effet, j'avais choisi, pour l'édifier, un défilé resserré dont les parois étaient constituées par d'énormes rochers qui s'enfonçaient sous le lit du ruisseau en se rapprochant ; nul doute qu'ils se rejoignaient sous la couche de terre amenée par les eaux. Mais quelle ne fut pas ma déception, lorsque l'on commença à creuser les fondations, en découvrant que la roche disparaissait brusquement, comme coupée par une faille, et était remplacée par une sorte de marne blanche, très dure, il est vrai, mais se ramollissant à l'eau. Je ne pouvais songer à battre des pilotis, le budget dont je disposais ne le permettait pas ; aussi je résolus de ne pas prendre appui sur la partie du sol d'environ 5 *m* de largeur où la roche faisait défaut. Je fis établir une sorte de monolithe en béton comprimé de 3 *m* d'épaisseur, reposant par ses extrémités sur la roche, et c'est sur ce monolithe que s'élève le barrage qui, depuis lors, n'a pas bougé.

Le barrage, dont la longueur au faite est de 40 *m*, est traversé au point le plus bas par deux tuyaux en fonte de 0,60 *m* de diamètre qui débouchent en amont dans deux chambres de prise d'eau grillées.

Deux larges déversoirs en surface, disposés de chaque côté du mur, donnent toute assurance, que même par les plus forts

Digitized by Google

ouragans, l'eau ne passera pas par-dessus le parapet. Une chambre en maçonnerie, adossée au parement aval, renferme les vannes des tuyaux.

Le barrage construit, les projets dormirent plusieurs années dans les cartons, et ce n'est qu'au cours de l'année dernière qu'on put concevoir l'espoir de les en faire sortir, les difficultés ayant été en partie aplanies, grâce surtout, je me fais un devoir de le reconnaître, à l'intervention équitable et bienveillante de l'Administration supérieure et des Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Le projet que l'on allait mettre à exécution n'était qu'une bien faible réduction du premier; aussi fut-il résolu que celui-ci resterait intact et que toute l'installation actuelle serait établie, en aval, sur la Dordogne, au point même où se déverse le ruisseau de l'Enfer *(fig. 2)*.

La carte que j'ai figurée permettra de comprendre facilement l'économie du projet. On voit qu'en cas de disette d'eau dans la Dordogne (et cela arrive quelques jours tous les ans), il suffit d'ouvrir les vannes de Guéry pour fournir l'appoint nécessaire qui vient naturellement, sans qu'il y ait besoin de canalisations, en suivant le lit du cours d'eau, se déverser en face de la prise d'eau. Plus tard on pourra donc établir une usine importante sur le ruisseau de l'Enfer sans troubler le régime de l'usine actuelle.

## Description générale de l'installation.

L'ensemble de l'installation est représenté par la figure 2; en voici les dispositions générales.

La prise d'eau est située sur la rive gauche de la Dordogne, à 2 *km* en aval du Mont-Dore, juste en face le confluent du ruisseau de l'Enfer. La conduite, d'abord en maçonnerie sur quelques mètres, est sur tout le reste de sa longueur (860 *m)* en tôle d'acier; elle longe d'abord la rive gauche de la rivière, puis traverse en tranchée la croupe formée par cette rive, s'infléchit ensuite à gauche pour longer de nouveau pendant 240 *m* la rive de la Dordogne; elle est établie dans cette partie sur le perré du talus du chemin de fer; elle contourne ensuite une seconde croupe, qu'il n'a pas été possible de franchir en tranchée, puis traverse la rivière dans un aqueduc de 16 *m* de portée, à 4 *m* au-

Digitized by Google

dessus du niveau de l'eau et, enfin, se prolonge presque en ligne droite jusqu'à l'usine située sur la rive droite.

Le canal de fuite, qui a une profondeur moyenne de **4** *m* au-dessous du sol de l'usine, va se jeter dans la rivière **40** *m* environ en aval de l'usine, au pied d'une petite cascatelle.

La ligne électrique gagne le Mont-Dore en traversant les hauteurs du plateau du Rigolet; sa longueur est de 3 400 *m*.

### Conditions techniques.

La réserve considérable accumulée au lac de Guéry a permis de compter, dans le calcul de l'établissement de l'usine, sur un débit moyen supérieur à celui que la Dordogne donne effectivement à certains moments. Nous avons donc admis que l'on disposerait, en tout temps, de 500 *l* à la seconde, ce qui correspond à un débit de la rivière de 1 000 *l*, la Société de Guéry n'étant propriétaire que d'une rive sur la Dordogne et ne pouvant, en conséquence, utiliser que la moitié des eaux.

La chute utilisée est de **40** *m*, la force théorique disponible est donc, sans tenir compte des pertes de charge :

$$500 \times 40 = 20\,000 \text{ } kgm \text{ par seconde,}$$

ou :

$$\frac{20\,000}{75} = 266 \text{ } ch.$$

Cette force sera utilisée par trois machines de 80 *ch*, dont deux seulement ont été montées la première année. On prévoit, du reste, que deux machines seulement seront généralement en marche, la troisième étant tenue en réserve.

La conduite en tôle d'acier a un diamètre de 0,60 *m* et une longueur totale de 840 *m*. La vitesse de l'eau à plein débit sera donc :

$$\frac{0,300}{\frac{\pi \times 0,6^2}{4}} = 1,80 \text{ } m \text{ à la seconde,}$$

correspondant à une perte de charge totale de :

$$840 \times 0,77 = 6,468 \text{ } m.$$

La perte de charge de 0,77 par mètre a été calculée d'après la formule de Zenner :

$$h_1 = \xi \frac{l}{a} \times \frac{v^2}{2g} \text{ dans laquelle — } \xi = 0,025.$$

Digitized by Google

(Je ferai remarquer de suite que la perte de charge mesurée au manomètre, il y a quelques jours, pour un débit de 240 *l*, a été trouvée de 2 *m* environ.)

La perte de charge de 6,468 *m* que j'ai acceptée, et qui représente 16 0/0 de la chute, pouvait paraître trop forte et conduire à l'adoption d'un diamètre plus grand; mais comme la pleine force ne doit être utilisée qu'exceptionnellement, je n'ai pas voulu grever l'installation d'un prix de premier établissement trop élevé en vue d'un cas qui ne se présentera que rarement; j'ai préféré accepter une perte de charge qui pourra être compensée par l'augmentation du débit, grâce aux réserves du lac de Guéry.

## Description détaillée.

### Prise d'eau *(fig. 9 à 14)*.

La prise d'eau située, comme je l'ai dit, sur la rive gauche de la Dordogne, se trouve dans les emprises de l'État pour la construction de la ligne du chemin de fer de Laqueuille au Mont-Dore; à cause de cette situation, j'ai dû la disposer d'une façon différente de celle que j'aurais adoptée si j'avais été absolument libre.

Le seuil *(fig. 9)* est parallèle à la rive, il a une longueur de 6 *m* et se prolonge par un radier incliné qui va en se rétrécissant, de manière à aboutir dans une chambre d'eau carrée de 3 *m* × 3 *m*, dont le fond est en contre-bas de 1 *m* sur le seuil: cette chambre est voûtée et recouverte par un remblai *(fig. 10, 11 et 12)*.

Dans l'angle du fond, à droite de la chambre d'eau, s'ouvre un égout maçonné de 1,50 *m* de hauteur sur 0,80 *m* de largeur, et qui a une longueur de 40 *m* avec une pente de 0,01 par mètre. Cet égout est également recouvert par des remblais et protégé par un perré contre les crues de la Dordogne; il se prolonge jusqu'à la sortie des emprises de l'État et se termine dans un puits d'où part la conduite en tôle.

La voûte de l'égout est interrompue à 3,50 *m* en avant du puits *(fig. 13 et 14)* et un déversoir de surface a été ménagé en cet endroit dans le mur voisin de la rive. Le but de ce déversoir est de rejeter toutes les matières flottantes qui se sont engagées dans l'égout et qui, sans cela, ne tarderaient pas à obstruer la grille.



Digitized by Google

Le fond du puits est à 0,50 *m* en contre-bas de celui de l'égout, et une vanne de fond permet d'opérer, de temps en temps, des chasses d'eau pour évacuer le sable qui s'y dépose en abondance.

L'ouverture de la conduite en tôle dans le puits est à 1 *m* au-dessus du fond; elle est également munie d'une vanne.

Par suite de cette hauteur et de la faible vitesse de l'eau dans l'égout maçonné, il ne pénètre dans le tuyau que de l'eau à peu près complètement décantée.

Enfin, la protection contre les corps volumineux, flottants ou non, entraînés pendant les orages est obtenue au moyen de deux grilles; la première, très puissante, composée de barreaux en fer plat espacés de 7 *cm*, est placée en tête de la chambre d'eau au pied du radier. La deuxième grille, inclinée à 45°, et constituée par de petits barreaux espacés de 12 *mm*, se trouve à l'entrée du puits.

La première grille comporte en son milieu une porte que l'on n'ouvre que pour le nettoyage de la chambre d'eau; la deuxième est partagée en deux au milieu de sa hauteur, la partie inférieure pouvant coulisser sur celle du dessus, de manière à laisser le passage libre pendant les chasses d'eau.

Enfin, le puits est recouvert par une plaque en fonte qui porte les deux colonnes de manœuvre des vannes.

### Conduite en tôle.

La conduite d'eau a une pente irrrégulière, mais continue, jusqu'à l'usine; il n'y a donc pas de syphon, et la vidange peut en être effectuée d'une manière complète.

L'épaisseur de la tôle est uniformément de 4 *mm* et le travail du métal ne dépasse pas, au point le plus bas de la conduite, 3 *kg* par millimètre carré. Il n'aurait pas été prudent de descendre au-dessous de cette épaisseur dans les parties plus élevées, car c'est surtout contre l'oxydation et les chocs extérieurs qu'il fallait se garder.

La conduite est formée de tronçons de 6,50 *m* de longueur pesant 500 *kg* chacun; les joints sont constitués par des cornières fortement boulonnées, et entre lesquelles est serrée une bague de plomb munie sur ses deux faces d'une tresse de chanvre enduite de minium. Ces joints, d'une exécution très facile, ont donné des résultats excellents.

Partout où la conduite se trouve au-dessus du sol, et c'est la

Digitized by Google

situation la plus générale, elle repose simplement, sans aucun amarrage, sur des piliers en maçonnerie de 1 $m^2$ de surface, espacés de 6,50 *m*, c'est-à-dire de la longueur d'un tronçon de tuyau; toutefois dans les angles ils sont un peu plus rapprochés. On a pris des précautions spéciales sur toute la longueur du perré empruntée par la canalisation, pour qu'en cas de rupture de la conduite, le talus du chemin de fer ne soit pas affouillé. Ces précautions consistent en un remplissage de blocage de 1 *m* d'épaisseur environ, derrière le muraillement en pierre sèche, et l'établissement d'une chape maçonnée d'une épaisseur de 0,30 *m* au-dessus du perré.

En aval du perré, j'aurais voulu franchir en tranchée le second promontoire de la rive de la Dordogne, mais une difficulté imprévue s'est alors présentée, une partie importante de la tranchée était déjà creusée, lorsque, à la suite d'un orage, une surface de plus de 500 $m^2$ a glissé sans déformation sur une longueur de 50 *m* environ, comblant la tranchée et entraînant une dizaine de sapins de plus de 20 *m* de hauteur. J'ai alors hésité à confier les tuyaux à une terre aussi mobile, et je me suis résolu à tourner ce cap en longeant la rive de la Dordogne.

C'est après ce détour qu'a lieu la traversée de la Dordogne *(fig. 7 et 8)*. Comme je l'ai dit, l'ouverture libre entre les piles extrêmes de chaque rive est de 16 *m* que la conduite, dont l'épaisseur est portée en ce point à 6 *mm*, franchit à une hauteur de 4 *m* au-dessus du niveau moyen des eaux. Dans cet intervalle, le tuyau est supporté en son milieu par le poinçon d'une ferme dont il constitue lui-même le tirant. Les arbalétriers sont formés de deux flasques réunis au sommet et qui vont en s'écartant vers le pied, de manière à donner en ce point un appui de 1,10 *m* de largeur qui assure la stabilité de l'ensemble.

La base est constituée par un fort sabot de fonte en forme d'équerre simplement posé sur des feuilles de tôle qui recouvrent la maçonnerie.

Le pont aqueduc constitué par le tuyau et sa charpente a été mis en place par lancement.

Construit sur la rive gauche, le pont a été muni d'un avant-bec constitué par un tronçon de tuyau ordinaire de 6,50 *m* de longueur, et un échafaudage a été construit 5 *m* en avant de la pile, de manière à ne laisser qu'un espace libre de 11 *m* à franchir en porte à faux. Lorsque l'avant-bec n'a plus été qu'à 3 *m* de la rive droite, on a avancé à sa rencontre un autre tuyau qui

Digitized by Google

a été immédiatement boulonné et l'avancement a continué sans porte-à-faux.

Cette opération relativement délicate, étant donné les moyens restreints dont on disposait, a été effectuée par 6 hommes en 10 heures malgré une pluie torrentielle presque continuelle.

Après le pont, la conduite se prolonge presque en ligne droite jusqu'à l'usine, où elle arrive au niveau du plafond de la salle des machines parallèlement à la longueur du bâtiment. Trois raccords coudés à angle droit pénètrent dans le bâtiment pour distribuer l'eau aux trois machines. Un robinet de vidange de 0,06 *m* de diamètre, placé sur la plaque de fond de la conduite, permet d'effectuer la vidange et surtout d'assurer en hiver pendant les arrêts de l'usine, un mouvement de l'eau suffisant pour empêcher la gelée.

## **Usine** *(fig. 4, 5 et 6).*

*Bâtiment.* — L'usine est un bâtiment rectangulaire de 13 *m* sur 7 *m*, situé sur le coteau qui sépare la route de Laqueuille de la Dordogne, le sol de la salle des machines est à 3 *m* au-dessus du niveau des eaux moyennes *(fig. 4)*.

Le rez-de-chaussée ne comprend que la salle des machines; au-dessus se trouvent le logement des surveillants, un bureau et un magasin.

Les trois groupes de machines constitués chacun par une turbine entraînant directement une dynamo sont disposés perpendiculairement à la longueur du bâtiment; les tuyaux qui pénètrent par le haut sont, dès leur entrée dans le bâtiment, pourvus de vannes, puis descendent immédiatement jusqu'au distributeur des turbines.

La seule difficulté de la construction de l'usine a été le canal de fuite de 3 *m* de profondeur creusé dans un rocher qui a nécessité l'emploi de la mine ; ce travail préparatoire a duré plus de deux mois.

Les parois du canal de fuite ont été revêtues de maçonnerie sur lesquelles s'appuie la voûte qui le recouvre; par précaution, des filets en fer I ont été placés au-dessus de chaque groupe de machines pour éviter de charger la voûte.

Il a fallu prendre des précautions spéciales pour se garder de l'humidité dans le mur du côté du coteau; j'y suis à peu près parvenu en établissant derrière le mur une sorte de drain rempli

Digitized by Google

de cailloutis et en ménageant dans le mur même des barbacanes au niveau du sol; l'eau qui s'infiltre est recueillie dans un petit caniveau et rejetée dans le canal de fuite.

*Turbines.* — Les turbines, qui seront au nombre de trois, mais dont deux seulement ont été montées la première année, sont hydropneumatisées, c'est-à-dire que, pour utiliser toute la chute disponible, malgré la différence de niveau qui existe entre le sol de l'usine et la Dordogne, elles marchent à la fois en charge de 35 *m* et en aspiration de 4 *m;* elles ont été construites pour développer une force de 80 *ch* à la vitesse de 550 tours par minute.

L'eau pénètre par le centre du distributeur percé de deux groupes diamétralement opposés de 5 orifices chacun ; une tuile mobile à l'intérieur découvre plus ou moins d'orifices suivant la force à développer ; elle est mise en mouvement soit à la main, soit au moyen d'un régulateur automatique.

L'eau qui sort du distributeur traverse les augets de la couronne mobile et s'écoule dans le tuyau de fuite.

L'hydropneumatisation a pour but de créer une dépression égale à la colonne d'eau d'échappement, dans la chambre comprise entre la couronne et la capote de la machine hermétiquement close. Un flotteur maintient le niveau constant dans la chambre pour assurer la permanence de la dépression.

Les tuyaux d'échappement plongent de 0,50 *m* dans l'eau du canal de fuite dont le niveau est assuré par un petit barrage établi en aval des trois chutes.

Un régulateur indépendant, monté entre les deux premières machines, peut agir sur l'une ou l'autre d'entre elles ou sur les deux à la fois en recevant son mouvement de l'une d'elles lorsque les dynamos sont accouplées elles-mêmes en parallèle.

Un autre régulateur pourra être utilisé pour la troisième machine ; cependant il est probable qu'en raison de l'affectation spéciale à la traction qu'elle recevra, il n'en sera pas fait usage, car il est à peu près reconnu que l'action d'un régulateur est alors insuffisante et inefficace.

*Dynamos.* — Les dynamos génératrices du type bipolaire sont accouplées directement aux turbines au moyen de plateaux d'accouplement à tocs et blocs de caoutchouc, qui constituent un excellent accouplement isolant.

Chacune de ces dynamos peut fournir aux bornes une puissance de 52 kilowatts à une tension variable de 460 à 580 volts.

Digitized by Google

La résistance de chaque ligne étant de 1,33 *w* et le débit maximum étant de 90 ampères, le compoundage est ascendant pour maintenir automatiquement 460 volts à l'extrémité de la ligne, quelle que soit l'intensité du courant.

Le diamètre extérieur du fer induit est de 670 *mm;* le diamètre intérieur est de 500 *mm*, la longueur, de 550 *mm;* les inducteurs circulaires ont un diamètre de 310 *mm.*

Ces machines reposent, par l'intermédiaire d'une garniture de caoutchouc, sur un cadre en chêne de 20 *cm* d'épaisseur fixés par de forts boulons au massif en maçonnerie qui supporte l'ensemble de chaque turbine et de sa dynamo ; les dynamos sont elles-mêmes fixées au cadre au moyen de boulons isolés par des tubes et rondelles en fibre.

## Ligne de transport électrique.

Le courant produit par les génératrices passe immédiatement dans un tableau de distribution pourvu des accessoires ordinaires, voltmètres, ampèremètres, coupe-circuits, rhéostats et les appareils nécessaires à la direction du courant; il traverse ensuite le parafoudre relié au sol par une bande de cuivre qui plonge dans le canal de fuite et enfin pénètre dans la ligne.

Cette ligne est double, c'est-à-dire comprend quatre fils de 74 *mm* de section, constituant deux circuits distincts, chacun d'eux étant relié à l'une des dynamos génératrices. Ces deux circuits peuvent être reliés entre eux à l'arrivée au Mont-Dore ou maintenus séparés et indépendants. L'enroulement série (inducteurs) de chacune des dynamos est muni d'un rhéostat de shuntage; on peut, par la simple manœuvre de cet appareil, ajouter graduellement une dynamo génératrice sur les appareils d'utilisation quand le débit l'exige.

Dès que les tensions des dynamos sont identiques on peut, au moyen de commutateurs, coupler les deux génératrices en quantité au tableau. Ce couplage ne doit être exécuté que quand les deux lignes sont reliées.

Les fils sont attachés par des isolateurs en porcelaine double cloche à des poteaux de 8 *m* de hauteur injectés au sulfate de cuivre, étagés de 40 *m* en moyenne ; les mêmes poteaux portent les fils téléphoniques croisés de distance en distance pour empêcher l'influence du courant à haute tension de la ligne.

Digitized by Google

La ligne a une longueur de 3 400 *m ;* aérienne sur presque tout son parcours, elle ne devient souterraine qu'à l'arrivée au Mont-Dore pendant une centaine de mètres.

Dans la partie la plus élevée de son parcours, elle est protégée par un parafoudre constitué par un fil qui surmonte les poteaux et va plonger à son extrémité dans une source voisine.

La perte de charge de la ligne est assez importante pour l'intensité totale du courant, puisque la tension étant de 550 volts à l'origine, n'est que de 460 à l'arrivée ; elle pourrait paraître excessive, mais nous avons été conduits à l'adopter à la suite du même raisonnement que pour le diamètre de la conduite hydraulique ; en réalité, ce n'est que très exceptionnellement que le courant traversera la ligne entière ; d'abord parce que tous les appareils récepteurs ne fonctionneront pas ensemble et surtout parce qu'une certaine quantité est appelée à être utilisée dans une autre direction lorsque le service sera complet.

A l'arrivée au Mont-Dore, le courant, après avoir traversé un nouveau parafoudre, est recueilli par deux compensatrices semblables composées chacune de quatre machines identiques placées côte à côte et dont les quatre induits sont manchonnés par des accouplements à blocs en caoutchouc ne formant ainsi qu'un système mobile.

Les quatre induits, dont chacun a son excitation propre, sont accouplés en série sous 460 volts et les 8 inducteurs en dérivation sont montés de la même manière.

Le rôle de ces compensatrices est très intéressant, puisqu'elles distribuent le courant en quatre ponts sous la tension de 115 volts et que si l'un des ponts se trouve moins chargé que les autres, la dynamo qui lui correspond devient motrice et entraîne ses voisines. On peut ainsi avoir sans inconvénient et sans perte sensible de rendement, une différence allant jusqu'à 25 0/0 entre les différents ponts.

L'installation des compensatrices est complétée par un rhéostat spécial pour la mise et la rupture d'excitation afin que l'extra courant de rupture ne soit pas dangereux. Pour la mise en route de ce groupe, il y a, en outre, un rhéostat de démarrage monté en série sur les induits et muni d'un déclenchement automatique qui coupe le courant principal en cas de rupture du circuit d'excitation.

Les quatre circuits à 115 volts sont envoyés à un tableau pourvu de voltmètres et d'ampèremètres ainsi que de coupe-circuits et

Digitized by Google

autres appareils ordinaires. De là, il est distribué à la consommation.

Il y a deux postes de compensatrices semblables dont chacun peut être alimenté par l'une des lignes de transport.

## Discussion de l'installation.

Plusieurs solutions se présentaient pour la réalisation de la partie électrique de cette installation et on pouvait préférer à celle que j'ai choisie le transport de l'énergie à haute tension avec station transformatrice à l'arrivée ou bien l'emploi des courants triphasés ou biphasés qui ont reçu, dans ces derniers temps, un commencement de consécration.

La vérité est que l'importance et la distance du transport d'énergie placent cette installation au point critique où les divers systèmes ont des avantages et des inconvénients à peu près égaux.

J'ai étudié les trois moyens et les devis présentés par divers constructeurs étaient sensiblement les mêmes; il y avait bien en réalité une très légère différence en faveur de la solution adoptée, mais trop faible cependant pour dicter mon choix qui a été déterminé par d'autres considérations.

J'ai été guidé, dans cette question, par le désir de réaliser une installation économique, simple, rustique, dirai-je même, et n'entraînant que des frais d'exploitation aussi réduits que possible.

Les courants alternatifs entraînaient la création d'une usine transformatrice nécessitant la présence continuelle de surveillants, ce qui augmentait les frais d'exploitation.

Les courants triphasés ne donnaient pas entière satisfaction car, parmi les usages auxquels est destiné le courant, je devais prévoir la force motrice et la traction même et, bien qu'ils vinssent d'être appliqués avec toutes les apparences de succès à ce dernier emploi, je n'ai pas pensé que l'expérience pratique était suffisante pour les appliquer dans une installation aussi peu importante et placée loin d'un centre industriel.

J'ai donc choisi le courant continu avec tension maximum de 580 volts au départ et station de compensatrices à l'arrivée sous 460 volts; ces machines, en effet, n'ont besoin que de peu de surveillance et un homme affecté à la surveillance des diverses machines peut, en y jetant un coup d'œil trois ou quatre fois par jour, en assurer la bonne marche; d'autre part, la tension de

Digitized by Google

580 volts est déjà suffisante pour ne pas nécessiter une ligne trop coûteuse ; elle a, en outre, l'avantage de convenir parfaitement à l'exploitation d'une ligne de tramway, je pouvais donc ainsi n'avoir à l'usine qu'un seul type de machines interchangeables.

Les événements ont prouvé, en somme, que mes prévisions étaient justifiées et s'il n'est pas dit qu'une autre solution n'aurait pas également donné de bons résultats, du moins celle que j'ai adoptée a complètement répondu à mes vues. En effet, la conduite d'eau a été complètement fermée et les derniers joints serrés le 29 juin à 7 heures du matin. Aussitôt a eu lieu la mise en eau, effectuée lentement pour éviter tout accident, elle a duré deux heures ; à dix heures, on mettait en marche les machines qu'on laissait tourner toute la journée et le soir même commençait le service régulier d'éclairage qui n'a pas été interrompu un seul instant depuis.

C'est un résultat que je crois remarquable et dont il convient de féliciter hautement les constructeurs qui sont MM. Bouchayer et Viallet, de Grenoble, pour la conduite en tôle ; MM. Brenier Neyret et Cie, également de Grenoble, pour les turbines et MM. Hillairet Huguet pour la partie électrique.

Les travaux de terrassement et de maçonnerie ont été effectués par M. Martin et par M. Chazot, entrepreneurs du pays, qui se sont très bien acquittés de leur tâche malgré une saison des moins clémentes.

Je termine par quelques chiffres.

Les dépenses totales s'élèvent à la somme de 150 000 *f* qui se répartissent ainsi :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Canalisation hydraulique entièrement terminée. | | | *f* 39 000 » |
| Deux turbines et leurs accessoires . . . . . | | | 11 000 » |
| Partie électrique achevée . . . . . | | | 40 000 » |
| Turbine et partie électrique restant à établir (6 000 + 15 000) . . . . . | | | 21 000 » |
| Bâtiment d'usine | Canal de fuite. *f* | 2 000 » | 15 000 » |
| | Usine . . . . . | 13 000 » | |
| Prise d'eau et travaux de terrassements et maçonnerie de la conduite . . . . . | | | 18 000 » |
| Ports et frais divers. . . . . | | | 5 000 » |
| | | Ensemble. . . . . *f* | 149 000 » |

non compris les frais d'étude et de surveillance.

Digitized by Google

Cette dépense a permis de créer une usine de 240 *ch* et un transport de force à 3 *km* et demi.

Il faut observer que toute la pierre nécessaire aux travaux de maçonnerie a été trouvée sur place ; pour le bâtiment d'usine, en particulier, elle provient entièrement de la fouille du canal de fuite.

Les mortiers avaient la composition suivante :

| Parties humides. | Parties sèches. |
|---|---|
| Sable 1 | Sable 2 |
| Ciment 1 | Ciment 1 |

La durée des travaux, depuis le jour où le projet a été arrêté jusqu'à celui de la mise en marche, a été de 130 jours sur lesquels il y en a eu plus de 80 de pluie ou de neige ; ce résultat est dû à l'énergie du personnel surveillant et ouvrier qui a eu beaucoup à souffrir pendant de pénibles journées.

J'ai terminé la description de cette modeste installation ; qu'on m'excuse si elle a été un peu longue mais j'ai pensé qu'elle pourrait peut-être servir, à titre de document, dans bien des cas semblables, car elle se présente dans les conditions les plus générales de la pratique et, sans offrir de grosses difficultés, elle a donné lieu à la résolution des problèmes les plus variés ; c'est à ce titre que j'ai cru intéressant d'en faire part à la Société des Ingénieurs civils de France.

Digitized by Google

# LA PRÉVENTION
# DES ACCIDENTS DU TRAVAIL
ET
# L'INITIATIVE PRIVÉE

PAR

**M. H. MAMY**

---

Les questions sociales ne sont pas ici des étrangères. Depuis longtemps notre Société les a fait entrer dans le cadre de ses travaux et de ses études. C'est pourquoi je me permets d'examiner aujourd'hui devant vous le problème des accidents du travail, en ce qui concerne particulièrement la prévention de ces accidents et les efforts de l'initiative privée à ce sujet.

Dans tous les pays industriels, la question des accidents du travail est à l'ordre du jour. Les chefs d'entreprise, les Ingénieurs, les pouvoirs publics, s'en préoccupent. Toute une législation nouvelle et spéciale est créée ou se crée en ce moment. Un grand mouvement s'est produit simultanément dans toutes les nations; des Congrès internationaux, ayant un caractère semi-officiel, se sont réunis à Paris, à Berne, à Milan, à Bruxelles. On s'y est livré à des études très intéressantes et très documentées, à des échanges de vues, dans lesquels les diverses faces du problème ont été examinées, les solutions possibles proposées et discutées.

A quoi tient ce mouvement? A quelles causes faut-il attribuer la place importante qu'a prise ce problème dans les travaux des hommes politiques et des économistes?

Ces causes sont multiples, mais l'une des plus importantes est certainement l'accroissement du nombre des accidents en raison de l'introduction et du développement continu de l'outillage mécanique dans le travail industriel.

Ce nombre est considérable. Nous ne le connaissons pas exactement pour la France. La faiblesse numérique du chiffre des accidents déclarés prouve, en effet, qu'ils ne représentent qu'une partie des accidents survenus. Ces accidents déclarés ont été (non compris l'agriculture et les mines) :

Digitized by Google

En 1895, de 20 504 victimes;
En 1896, de 26 021 victimes
(dont 466 morts en 1895 et 593 morts en 1896).

Mais nous pouvons chercher des points de comparaison dans les statistiques allemandes. Dans ce pays, où les lois relatives aux accidents du travail sont appliquées depuis plus longtemps qu'en France et d'une manière plus rigoureuse, on peut considérer, en effet, que les accidents déclarés représentent la presque totalité des accidents survenus.

Or, en 1896, en Allemagne, dans les corporations industrielles seulement, abstraction faite des corporations agricoles et forestières et des administrations publiques, il y a eu *233 319* accidents déclarés, dont *4 040 morts* et *595* incapacités permanentes totales. (Ces chiffres comprennent l'industrie minière, qui a eu, en 1893, 37 837 accidents déclarés, et, en 1894, 38 241.)

Ces chiffres, Messieurs, qui peuvent nous servir de base d'appréciation pour notre pays, sont véritablement effrayants et expliquent la sollicitude avec laquelle, dans toutes les nations civilisées, on a abordé l'étude de ce grave problème.

Il présente deux faces, et pendant longtemps on ne s'est occupé que de l'une d'elles, la *réparation* des accidents survenus. Quant à éviter l'accident lui-même, on n'y songeait pas. On le considérait comme une de ces crises du travail auxquelles il paraissait impossible d'échapper, un élément fatal de l'industrie, à la présence duquel il fallait se résigner, en s'efforçant seulement d'atténuer le plus possible ses conséquences désastreuses.

Les assurances contre les accidents se sont créées et se sont développées dans le monde industriel. Les pouvoirs publics sont intervenus peu à peu; un principe nouveau, celui du risque professionnel, a pénétré dans la législation, et le Parlement français l'a consacré en votant la loi du 9 avril 1898, qui organise la réparation des accidents du travail.

Je ne m'occuperai ce soir ni de cette loi en elle-même, ni d'une manière générale, de la réparation des accidents.

Mais à côté de cette première question il en restait une autre à résoudre, plus importante peut-être encore, celle de la *prévention*. Il vaut mieux, en effet, prévenir un accident, l'empêcher de se produire, que de se trouver dans la pénible nécessité d'en atténuer les conséquences. Les pouvoirs publics ne sont pas restés indifférents à cette question, et sans passer en revue les mesures légales appliquées dans les divers pays, je rappellerai seulement

Digitized by Google

qu'en France on a cherché à résoudre le problème par la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité du travail, complétée par le décret du 10 mars 1894, dont une inspection officielle doit surveiller l'application.

Mais, en cette matière, comme en beaucoup d'autres, l'initiative privée a devancé l'intervention de l'État. Son action s'exerce dans des conditions qui lui permettent de prêter un concours efficace et nécessaire à l'action officielle. Si cette dernière peut agir en tous les points à la fois et, grâce aux mesures coercitives, imposer sa volonté, elle présente le grand inconvénient d'avoir des règles uniformes et inflexibles qui l'obligent à limiter ses prescriptions à des généralités. Elle indique le but à atteindre, mais elle ne peut pas et ne doit pas entrer dans le détail des mesures à prendre pour atteindre ce but.

C'est alors qu'intervient l'initiative privée. Grâce à ses merveilleuses qualités de souplesse et d'élasticité, elle se plie aisément à toutes les exigences, si multiples, si variées, du travail industriel, elle s'adapte aux nécessités de la pratique, elle étudie et indique dans leurs détails les mesures qu'il convient d'appliquer, elle modifie ses solutions avec les cas particuliers qu'elle rencontre.

C'est sous les formes d'Associations d'industriels que son action s'est manifestée.

Les premières de ces Associations ont été celles des propriétaires d'appareils à vapeur. Notre Collègue, M. Ch. Compère, dans le remarquable rapport qu'il a présenté sur elles au Congrès international des accidents du travail qui s'est tenu à Paris, en 1889, a fait l'historique de ces Associations et indiqué les conditions de leur fonctionnement. Elles ont tantôt un caractère local, comme en France, en Allemagne, tantôt un caractère général, comme en Suisse, en Autriche, en Belgique. Le plus bel éloge qu'on puisse faire de leur intervention, c'est de constater qu'elles sont arrivées à supprimer presque complètement les explosions dans les chaudières de leurs adhérents.

Leur action excellente, mais limitée exclusivement aux appareils à vapeur, ne résolvait pas dans son ensemble le problème de la prévention des accidents. Aussi, en dehors de ces Associations, il s'en est créé d'autres destinées à combattre les accidents du travail provenant de l'outillage industriel, des moteurs, des transmissions, des machines-outils, de l'installation générale des usines et des ateliers, des conditions hygiéniques du travail.

Digitized by Google

L'exemple est venu d'Alsace, ce pays par excellence du patronage intelligent et humain.

En 1867, un grand manufacturier alsacien, M. Engel-Dollfus, proposait à ses collègues de la Société industrielle de Mulhouse la création d'une Association pour combattre les accidents de fabrique. Dans l'appel qu'il leur adressait en cette circonstance, il est bon de retenir et de citer les généreuses paroles suivantes:

« *Le fabricant doit autre chose à ses ouvriers que le salaire; il est de* » *son devoir de s'occuper de leur condition morale et physique, et cette* » *obligation, toute morale et qu'aucune espèce de salaire saurait rem-* » *placer, doit primer les considérations d'intérêt particulier qui paraissent* » *quelquefois se mettre en opposition avec ce sentiment.* »

Saluons, en passant, la mémoire de cet homme de bien. Son appel fut entendu, et l'*Association de Mulhouse* pour prévenir les accidents des machines fut créée. Elle a servi d'exemple et de modèle à toutes celles qui ont suivi.

En 1880, se créait à Rouen, sous la présidence de M. de Cœne, l'*Association Normande* pour prévenir les accidents du travail.

En 1883, sur l'initiative de la Société de Protection des apprentis, Émile Muller fondait l'*Association Parisienne des Industriels* pour préserver des accidents du travail les ouvriers de toutes spécialités. En 1887, élargissant le cadre de son action, elle devenait l'*Association des Industriels de France* contre les accidents du travail. A la mort de son Président-Fondateur, elle appelait à sa tête, pour le remplacer, l'un de nos anciens Vice-Présidents, M. S. Périssé et, dans son Conseil de direction, figurent un certain nombre de nos Collègues, MM. G. Dumont, Michaud, Ed. Simon, etc.

Aujourd'hui, cette Association compte près de 2 400 membres. Elle exerce déjà son action dans 72 départements et sur plus de 250 000 ouvriers. Un rameau détaché, il y a quelques années, a constitué l'*Association des Industriels du Nord de la France*, qui exerce son action dans cette région parallèlement à celle de l'Association des Industriels de France.

L'exemple donné par notre pays a été suivi à l'étranger.

En 1890, M. Westerouen van Meeteren créait, à Amsterdam, l'*Association néerlandaise* contre les accidents de fabrique.

En 1890 également, sous la présidence de M. le baron de Macar, était fondée, à Bruxelles, l'*Association des Industriels de Belgique* contre les accidents du travail.

Enfin, en 1894, à la suite du Congrès international de Milan,

Digitized by Google

M. le commandeur E. de Angeli, aujourd'hui sénateur, créait l'*Association des Industriels d'Italie* pour préserver les ouvriers des accidents. Elle compte aujourd'hui près de mille établissements.

Le développement important et continu que prennent ces Associations est la meilleure preuve de leur utilité et des services qu'elles rendent à l'industrie. Par les mesures de protection qu'elles ont étudiées et fait appliquer dans les usines de leurs adhérents, et dont elles ont vulgarisé l'emploi dans l'industrie, elles ont réduit dans une proportion considérable le nombre des accidents dus à l'outillage mécanique. On peut certainement estimer entre 40 et 50 0/0 l'importance de cette réduction. M. Engel-Gros, au Congrès international de Berne, estimait que le chiffre de 50 0/0 était plutôt au-dessous de la vérité.

Le moyen le plus efficace par lequel ces Associations exercent leur action est la visite des ateliers ou des usines des adhérents par les Ingénieurs de l'Association, visite dans laquelle ceux-ci donnent aux industriels tous les avis, conseils, renseignements qui sont de nature à assurer la sécurité du travail et l'hygiène de l'atelier. Les mesures conseillées revêtent, d'ailleurs, un caractère essentiellement pratique, c'est-à-dire qu'elles ne gênent pas le travail et sont le moins onéreuses possible.

L'œuvre, commencée par les inspections, est complétée par d'autres moyens. Nous citerons, comme exemple, ceux qui sont employés par l'Association des Industriels de France.

Ce sont d'abord des publications diverses, bulletins annuels, brochures spéciales à une industrie ou à une catégorie de machines-outils, circulaires, etc., qui donnent un ensemble de renseignements techniques, administratifs, législatifs, judiciaires, statistiques.

Ce sont aussi des affiches d'atelier, imprimées en caractères assez forts, destinées à être placardées dans les ateliers et à mettre constamment ainsi sous les yeux des contremaîtres et des ouvriers ce qu'il leur est recommandé et ce qu'il leur est défendu de faire.

L'Association des Industriels de France a déjà ouvert six concours publics pour la création ou l'amélioration d'appareils de sécurité ou d'hygiène. Ces concours avaient pour objet les lunettes d'atelier, les masques respirateurs contre les poussières, les appareils de cabinets d'aisance pour usines et ateliers, les chapeaux de sûreté pour scies circulaires, les monte-courroie portatifs, la protection des toupies.

Digitized by Google

Lorsque ces concours n'ont pas résolu complètement le problème posé, ils ont au moins déterminé un sérieux progrès.

Enfin, des récompenses, sous forme de médailles et de diplômes, sont décernées aux contremaitres et ouvriers qui se font remarquer par leur bonne volonté et leur initiative dans l'observation, l'application et la recherche des mesures protectrices.

Cette énumération des œuvres d'initiative privée, créées en vue de la prévention des accidents du travail, serait incomplète si nous passions sous silence les musées d'hygiène industrielle, qui rendent également de très réels services.

L'Association des Industriels de France avait réuni les premiers éléments d'un musée de ce genre. Elle les a offerts au Conservatoire des Arts et Métiers, qui les a acceptés et a installé ce petit musée dans une de ses nouvelles galeries.

En Suisse, les inspecteurs fédéraux ont constitué le noyau d'un musée des accidents du travail. Il a figuré quelque temps au Musée industriel de Wintherthur, puis a été transporté au Polytechnicum de Zurich, où il se trouve actuellement.

Une des plus belles créations de ce genre, dues à l'initiative privée, est celle du Musée d'hygiène industrielle de Vienne, en 1890. Elle est due entièrement à l'active et énergique volonté du docteur F. Migerka, inspecteur central du travail en Autriche. Grâce à ses efforts, ce très intéressant musée compte, aujourd'hui, plus de 400 modèles et se trouve assuré d'un revenu annuel de 12 000 *f* environ.

Une amélioration a encore été réalisée dans le musée créé à Amsterdam en 1892. Là, ce ne sont plus seulement des modèles, mais des machines en mouvement, telles qu'elles fonctionneraient dans un atelier industriel, qui sont mises sous les yeux des visiteurs. M. l'ingénieur von Etten, chargé de l'organisation et de l'installation de ce musée, s'y est consacré avec un dévouement des plus méritoires et a su lui imprimer une vive impulsion.

Comme vous le voyez, Messieurs, par ce rapide exposé, l'initiative privée a déjà fait beaucoup pour la prévention des accidents du travail, et son action, loin de se ralentir, se développe de plus en plus. Elle apporte à l'action de l'État un précieux et puissant concours, grâce auquel le but poursuivi en commun sera plus facilement et plus rapidement atteint. Aussi faut-il souhaiter que l'État encourage et favorise ces libres initiatives, qui n'ont en vue qu'un seul objectif : assurer le mieux possible la sécurité du travail et l'hygiène de l'atelier.

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# ALEXANDRE DE BORODINE

PAR

M. A. MALLET

---

La Société des Ingénieurs Civils de France a fait, dans le courant de cette année, une perte très sensible dans la personne d'un de ses Membres étrangers les plus distingués, Alexandre de Borodine, décédé le 26 mars 1898.

Les relations que nous avions entretenues d'une manière non interrompue avec ce regretté Collègue depuis vingt années et la collaboration qu'il avait bien voulu nous demander dans plusieurs occasions nous ont paru un titre suffisant pour revendiquer l'honneur de rédiger pour nos Bulletins une notice destinée à faire connaître la carrière si bien remplie de Borodine et à rappeler ses principaux travaux, tandis que, d'autre part, les sentiments d'estime, d'affection et de reconnaissance que nous lui avions voués nous faisaient considérer l'accomplissement de cette tâche comme un devoir.

Nous nous proposons donc d'abord de tracer les grandes lignes de la vie du défunt, puis de passer en revue les travaux accomplis par lui en insistant sur ceux qui ont le plus contribué à lui faire acquérir une grande et légitime réputation dans le monde des Ingénieurs et surtout dans le domaine des chemins de fer.

Borodine était né le 28 septembre 1848 (v. s.); il appartenait à une famille noble du Gouvernement de Saint-Pétersbourg. Après de brillantes études au Gymnase, il passa par l'Institut technologique de la capitale où il obtint le diplôme d'Ingénieur technologue et il crut devoir compléter son instruction à l'Institut des Voies de communication, d'où il sortit en 1872 avec le diplôme spécial que confère cet établissement d'État.

Placé immédiatement au chemin de fer, alors en construction, de Riajk-Vlasma, notre Collègue déploya de telles capacités que, dès la fin de 1874, lors de la mise en exploitation de cette ligne



Digitized by Google

de 650 *km*, il en fut nommé l'Ingénieur en chef du matériel et de la traction ; il avait alors vingt-six ans.

Au commencement de 1877, l'influence du célèbre J. A. Wischniegradski, alors Ministre des Finances de l'Empire de Russie, qui avait été le professeur de Borodine à l'Institut des Voies de communication, était resté en relations avec lui et avait pu apprécier sa valeur, le fit appeler à la direction du chemin de Kieff-Brest, de 1 000 *km* de développement. C'était une situation considérable par elle-même, mais qui acquit à ce moment une extrême importance par suite de la guerre avec la Turquie qui amena un développement extraordinaire des transports militaires. Borodine s'acquitta avec la plus grande distinction de cette tâche délicate et, lors de la constitution du réseau du Sud-Ouest par la réunion des lignes d'Odessa, de Kieff-Brest et de Brest-Grajevo, on lui offrit la situation éminente et enviée de Président de l'Administration centrale de ce réseau de plus de 3 000 *km*.

Cette offre était bien séduisante pour un homme de trente ans à peine, et cependant, notre Collègue la déclina. Ses goûts le portaient beaucoup plus vers les questions du domaine de l'Ingénieur que vers celles de l'ordre administratif ; il préféra le poste, plus modeste, d'Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction où il pensait, d'ailleurs, pouvoir rendre plus de services.

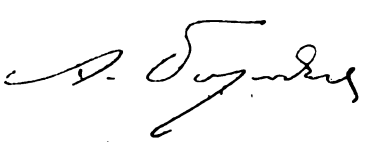
Nous n'hésitons pas à déclarer que ce choix fut une heureuse inspiration de sa part. En effet, de cette détermination a dépendu en grande partie le développement rapide d'un des progrès les plus importants réalisés dans les locomotives et, on peut ajouter, la réputation considérable acquise par Borodine non seulement en Russie, mais dans le monde entier.

Il exerça ces fonctions pendant une dizaine d'années et, à cette période appartiennent ses travaux les plus importants. En 1887, il dut accepter en remplacement de M. de Witte, appelé à la direction générale des chemins de fer et, plus tard, au Ministère des Finances, la situation, déclinée précédemment par lui, de Directeur général des Chemins de fer du Sud-Ouest et occupa ce poste jusqu'au rachat du réseau par l'État, en 1895.

En 1896, Borodine devint Président de l'importante ligne de Moscou-Windau-Rybinsk et de la Société des usines mécaniques de Lugansk ; ces nouvelles fonctions l'amenèrent à Saint-Pétersbourg, de Kieff où il avait toujours résidé pendant qu'il était au Kieff-Brest et au Sud-Ouest.

Ce fut peu après que sa santé commença à s'altérer sensible-

Digitized by Google



Digitized by Google

ment à la suite d'une attaque d'influenza. Peut-être négligea-t-il de prendre les précautions nécessaires, peu compatibles, d'ailleurs, avec son ardeur au travail et son incessante activité. Toujours est-il qu'à la fin de 1897, son état devenant de plus en plus grave, il dut aller demander au climat du Midi de la France un soulagement qu'il n'y trouva malheureusement pas, et ce fut au cours de son retour en Russie, pendant son séjour à Meran, dans le Tyrol, que notre Collègue termina, avant d'avoir accompli sa cinquantième année, une carrière trop courte, mais brillamment remplie.

Les travaux de Borodine appartiennent à trois ordres d'idées, nous le considérerons donc successivement comme administrateur, comme ingénieur et comme écrivain. Si nous introduisons cette classification utile pour une revue méthodiqne, c'est sans y attacher une importance exagérée, car certaines questions appartiennent à la fois à deux de ces ordres et d'autres, même, à tous les trois à la fois.

Borodine, technicien hors ligne, fut également un administrateur de premier ordre, il signala son passage dans tous les postes qu'il occupa successivement par des améliorations et des réformes considérables.

Nous citerons, en première ligne, l'introduction systématique au chemin de fer du Sud-Ouest des primes d'économie au personnel.

Partant de ce principe que, pour réduire les dépenses dans la plus large mesure, on doit intéresser à l'économie les agents dont elle dépend directement, Borodine avait généralisé le système des primes dans le service du matériel et de la traction. Il avait établi ces primes sur la consommation de combustible, sur la consommation des matières grasses, sur l'éclairage des locomotives, les dépenses courantes des dépôts, la peinture des voitures à voyageurs, la fabrication des pièces de rechange dans les ateliers, le chauffage des réservoirs d'eau des stations, etc.

Cette organisation ne s'établit pas sans tâtonnements et sans difficultés, mais elle réussit et donna des résultats extraordinaires. On peut en juger par les quelques chiffres qui suivent.

En 1879, la dépense de combustible des locomotives s'élevait à 245 pouds par 10 000 verstes d'essieux, ce qui correspond à 3 761 *kg* par 10 000 *km* d'essieux, et, en 1887, pour la même qualité de combustible, elle était descendue à 152 pouds toujours par 10 000 verstes d'essieux, soit 2 333 *kg* par 10 000 *km* d'essieux, réduction 40 0/0. La consommation de matières grasses par 100

Digitized by Google

verstes de parcours de locomotives était tombée, entre les mêmes dates, de 5,22 à 2,68 livres, soit à la moitié. La sécurité de l'exploitation n'était nullement affectée par les diverses économies réalisées, car, en 1881, une avarie de machine survenue en cours de route correspondait à 34 500 verstes de parcours et, en 1887, à 115 150 verstes.

C'est, disait notre Collègue, dans l'application du système des primes d'économie dans son sens le plus large qu'il faut chercher la possibilité d'améliorer la situation financière des chemins de fer et, ajoutait-il, de bien d'autres administrations. Il était le premier à reconnaître, d'ailleurs, que cette application, qu'il croyait susceptible d'extension à d'autres services qu'à celui du matériel et de la traction, ne devait pas être faite sans précautions et, pour ainsi dire, au hasard. Au cours d'une discussion sur la question des primes d'économie au Congrès des chemins de fer, à Paris, dans la séance plénière du 23 septembre 1889, Borodine employait, pour mieux faire comprendre sa pensée, un argument humoristique qu'on ne trouvera pas mauvais que nous reproduisions ici : « Permettez-moi, Messieurs, une comparaison peut-être un peu légère. Je considère le système des primes comme un bel instrument de musique ; l'ignorant n'en tire que des notes fausses, tandis que le véritable artiste y trouvera des mélodies exquises ». Voyant que ses idées sur l'extension des primes d'économie à l'entretien de la voie ne paraissaient pas partagées par la majorité de l'assistance, il ajoutait, en continuant sa comparaison : « Eh bien ! si l'artiste dans la question des primes pour l'entretien de la voie manque pour le moment, n'en attribuez pas la faute à l'instrument et, par des conclusions peut-être un peu prématurées, n'empêchez pas ceux qui vont venir d'approcher de l'instrument ».

Le système des primes, employé d'une manière générale au Sud-Ouest, a grandement contribué à amener le service du matériel et de la traction à une perfection qui l'a fait considérer en Russie comme un modèle.

Nous citerons ensuite l'introduction sur le même réseau du système de la double équipe pour les locomotives opérée par Borodine à la suite d'un voyage aux États-Unis ; ce système ne présente pas les inconvénients de l'équipe banale dont l'essai, fait précédemment, n'avait pas réussi, et il paraît avoir donné des résultats satisfaisants.

Notre Collègue fit une œuvre d'une portée considérable dans

Digitized by Google

la réorganisation des ateliers de Kieff et d'Odessa, du réseau du Sud-Ouest, ateliers qu'il avait trouvés dans un état très primitif et qu'il transforma en y introduisant des améliorations importantes au point de vue tant technique qu'administratif, de manière à en faire des éléments essentiels de son service. Ces ateliers furent organisés pour pouvoir non seulement suffire à l'entretien du matériel, mais encore à opérer les transformations de machines, opération qui se fit sur une large échelle comme nous le verrons plus loin, et même à construire des locomotives de toutes pièces.

Borodine était partisan d'une large décentralisation, elle pouvait seule, d'après lui, donner à un service l'élasticité nécessaire si précieuse dans l'exploitation courante. Il appliqua ses idées à cet égard dans son domaine. Toujours prêt à accepter une responsabilité, il aimait à laisser à chacun la sienne en donnant une large part d'initiative à ceux de ses collaborateurs qui avaient su acquérir sa confiance. C'est ainsi qu'il avait réussi à s'entourer d'un état-major capable et dévoué.

Une des questions sur lesquelles notre Collègue a exercé une heureuse influence est l'accroissement de la vitesse de marche des trains. Il était admis, en Russie, que l'exploitation devait se faire au moyen de trains peu fréquents, très chargés et à marche lente. Des esprits distingués, Wischnegradski, par exemple, admettaient parfaitement que des vitesses de 30 à 35 *km* à l'heure pour les trains de voyageurs et de 18 à 20 *km* pour les trains de marchandises, étaient tout ce qu'on pouvait demander. Borodine établit d'une façon péremptoire que ce système était déplorable, et, que c'était dans un tout autre ordre d'idées qu'on devait chercher à améliorer l'exploitation. Ses efforts ne furent pas inutiles et si les vitesses de marche n'ont pas encore atteint en Russie des taux bien élevés, des progrès très sensibles ont cependant été réalisés dans cet ordre d'idées et une part importante en est due à notre Collègue.

Nous ne saurions passer sous silence la question des pensions de retraite et les installations pour l'amélioration du sort du personnel dont Borodine s'est toujours occupé avec la plus vive sollicitude, bibliothèques, écoles, sociétés coopératives, salles d'attente pour les employés, etc. On peut mentionner également qu'il introduisit en Russie l'usage des laboratoires de mécanique et de chimie pour l'analyse, l'étude et les essais des matières employées dans les divers services des chemins de fer.

Digitized by Google

On nous pardonnera de traiter avec de plus grands développements les travaux techniques de Borodine ; ce sont, en effet, ceux qui ont le plus contribué à sa réputation, ceux aussi par lesquels il s'est fait connaître dans notre Société et enfin, d'autre part, ceux qui nous ont mis en relations constantes avec lui.

Nous commencerons par l'application du système compound aux locomotives des chemins de fer du Sud-Ouest.

Ce fut en 1878, après l'Exposition Universelle de Paris, que

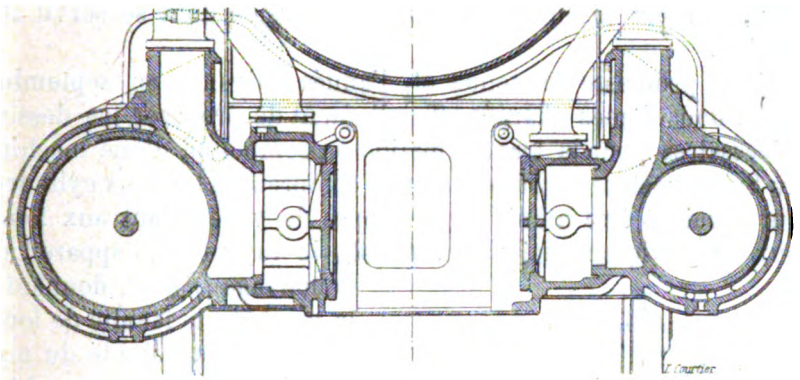


Fig. 1.

nous entrâmes en relations avec notre Collègue par l'intermédiaire du Creusot. Il nous exposa que, depuis plusieurs années, il se préoccupait de l'avantage qu'on devait retirer de l'emploi de

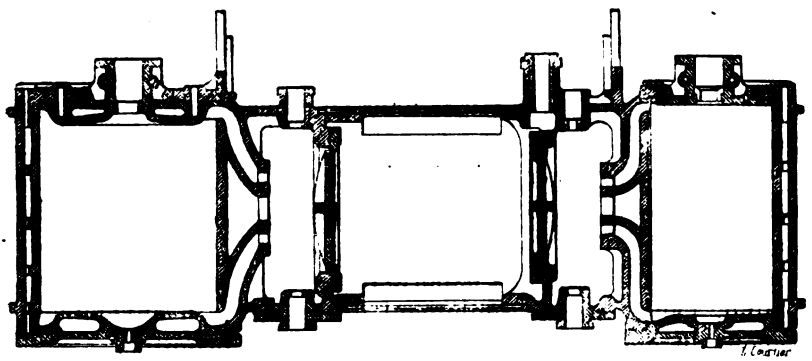


Fig. 2.

l'expansion multiple sur les locomotives et qu'à ce titre, il avait lu avec attention nos diverses publications sur la question et notamment le mémoire inséré au Bulletin de novembre-décembre

Digitized by Google

1877 de la Société des Ingénieurs Civils. Il avait aussi examine avec intérêt la locomotive compound exposée au Champ-de-Mars et avait été très frappé de la simplicité de la solution que nous avions réalisée. Il conclut en exprimant l'intention de faire bientôt un essai sur la grande ligne dont il dirigeait le service du matériel et de la traction et en nous assurant que, si cet essai avait lieu, il serait fait d'une manière sérieuse, avec tous les soins nécessaires pour que le système pût mettre complètement en lumière ses qualités et dans les conditions constituant un *fair play*, comme disent les Anglais, expression dont se servit Borodine.

Cette promesse fut tenue et, l'année suivante, en septembre 1879, nous fûmes chargés officiellement de préparer les dessins nécessaires pour la transformation en compound d'une machine du Sud-Ouest, cette transformation comprenant les deux cylindres qui devaient être munis d'enveloppes de vapeur tant aux fonds qu'à la partie circulaire *(fig. 1 et 2)*, le tuyautage, l'appareil de démarrage *(fig. 3)*, donnant à la machine la faculté de fonctionner, à la volonté du mécanicien, soit comme machine compound, soit comme machine ordinaire, et le changement de marche *(fig. 4)*, avec dispositif pour donner à volonté aux deux cylindres des admissions différentes, le tout (sauf les enveloppes de cylindres), conforme aux dispositions employées sur la locomotive de l'Exposition.

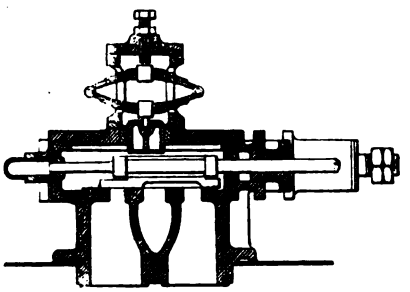


Fig. 3.

On nous envoya pour l'exécution de ce travail les dessins correspondants des machines mixtes fournies en 1867 au chemin de fer de Kieff-Balta, par la Société Cail. Deux machines de cette série devaient servir aux expériences, l'une transformée en compound, l'autre munie seulement de cylindres à enveloppes de vapeur du même diamètre que les cylindres primitifs.

Les dessins de transformation furent faits dans la premiere moitié de 1880 et les cylindres fondus dans les ateliers d'Odessa en août de la même année; le montage s'effectua au commencement de 1881 et la machine compound entra en service régulier les 13/27 mars suivants. Elle fit environ 20 000 *km* de par-

Digitized by Google

cours jusqu'au moment où elle fut envoyée à l'Exposition de Moscou en 1882.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur les expériences auxquelles cette machine et la machine ordinaire munie d'enveloppes furent soumises ; nous nous bornerons à rappeler que ces expériences comprennent des essais de consommation d'eau et de combustible sur les machines fonctionnant comme machines fixes, des essais calorimétriques d'après la méthode de Hirn ef-

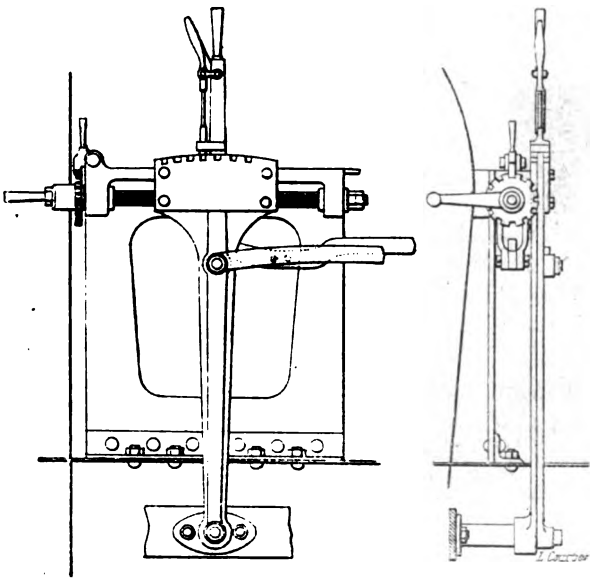


Fig. 4.

fectués dans les mêmes conditions et des essais de consommation en service courant sur la voie.

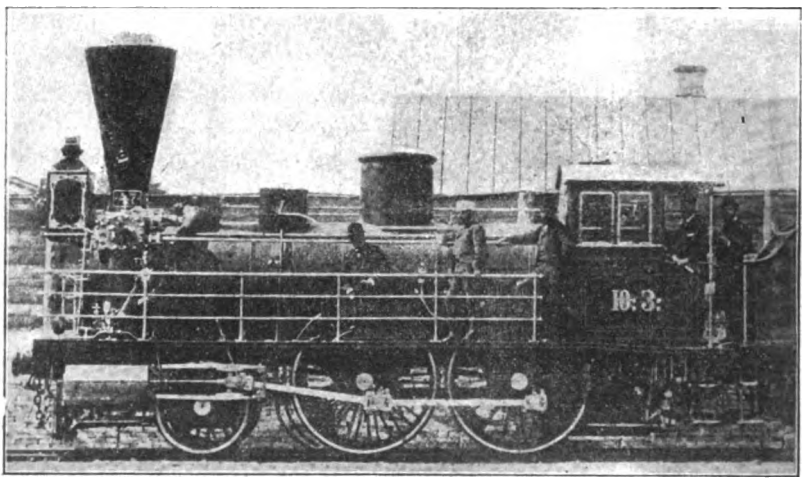
Ce que nous tenons surtout à rappeler, ce sont les soins minutieux qui ont présidé à ces expériences, lesquelles ont duré plusieurs années, occupé un nombreux personnel et occasionné des dépenses considérables.

Rien n'a été négligé pour que les résultats fussent impossibles à contester, et ces expériences peuvent être considérées comme un véritable modèle. Elles contiennent de plus le seul exemple, croyons-nous, d'essai calorimétrique effectué jusqu'ici sur des locomotives.

Borodine prit une part active à ces expériences auxquelles il attachait la plus grande importance ; il ne se contentait pas de les

Digitized by Google

surveiller de haut et de loin; il les suivait, au contraire, de près et mettait, comme on dit, la main à la pâte. Notre Collègue, M. L. Loevy, Ingénieur des chemins de fer Sud-Ouest, qui eut un rôle très important dans ces essais, nous racontait que souvent son Ingénieur en chef monté sur le tablier de la machine manœuvrait lui-même de ses doigts transis par un froid de 15° les robinets des indicateurs ou remplaçait les papiers où se traçaient les diagrammes. La figure (A) montre le personnel groupé sur le tablier de la machine A 7 au cours de ces essais et en temps



A

de neige. Borodine est le personnage placé devant le couvre-roues d'arrière et s'appuyant contre l'abri de la machine.

Une lettre de notre Collègue, en date du 25 mai 1881, nous faisait part des premiers résultats obtenus ou, pour mieux dire, de ses premières impressions.

Pour un parcours de 900 *km* environ, disait-il, la machine A-7 a brûlé 4,88 pouds de bois par 100 verstes d'essieux, contre 5,52 pour une machine de la même série travaillant dans des conditions aussi identiques que possible. « Mais, se hâtait-il d'ajouter, malgré les soins apportés à ces expériences, je ne crois pas avoir encore le droit de tirer des conclusions, vu que les consommations différaient beaucoup d'un jour à l'autre, suivant l'influence du temps, du vent et d'autres causes. »

Plus tard, il devenait plus affirmatif : « Votre machine don-

Digitized by Google

nera, je crois, une économie de 20 0/0, mais ce n'est encore qu'une supposition, les calculs n'étant pas encore terminés. S'ils démontrent que les méthodes que j'ai suivies donnent réellement des résultats concluants et exacts, comme je l'espère, je pourrai peut-être faire à votre Société (1) une communication sur cette question à laquelle tant de jeunes expérimentateurs ont travaillé (Lettre des 10/22 avril 1882) ».

Si nous avons reproduit ces passages de lettres, c'est pour faire voir avec quelle prudence, quel calme et quelle méthode opérait Borodine. Il n'admettait une chose que lorsqu'elle était mise hors de doute, mais ses convictions, une fois laborieusement acquises, devenaient inébranlables. C'est pour cette raison que ses opinions ont toujours eu un grand poids.

Un premier aperçu des résultats obtenus dans les essais dont nous venons de parler fut donné par nous à la Société des Ingénieurs Civils, dans la séance du 2 février 1883, et les résultats définitifs et complets furent exposés par Borodine lui-même dans le mémoire inséré au *Bulletin* de septembre 1886, mémoire auquel la Société décerna le prix Nozo en 1888.

On nous permettra de rappeler ici les conclusions très nettes par lesquelles se termine ce mémoire.

« Le système compound a donné indubitablement une économie sur la consommation de vapeur et de combustible; la valeur de cette économie varie sensiblement suivant les conditions de travail de la machine et, en service ordinaire des machines, peut être admise dans les limites de 15 à 20 0/0. »

« Vu que la locomotive compound consomme, pour le même travail développé, moins de combustible, elle demandera, par suite, un tirage moins fort et aura plus rarement besoin d'un serrage nuisible de l'échappement; de là la possibilité d'une meilleure utilisation du combustible pour la chaudière de la machine compound. D'un autre côté, la moindre consommation de vapeur dans les locomotives compound permet, dans le cas d'un excès de force de traction et d'adhérence, d'augmenter la composition des trains conduits par ces locomotives. C'est un des sérieux avantages de la locomotive compound qu'on ne doit pas omettre en appréciant l'utilité de ce système. »

« Prenant en considération que la locomotive compound expérimentée ne présente presque aucune complication, que la cons-

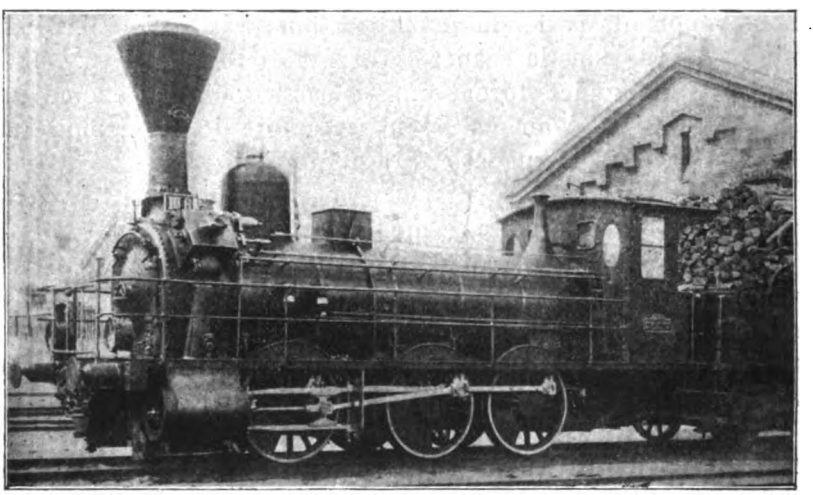
(1) La Société des Ingénieurs Civils dont Borodine faisait partie depuis 1880.

Digitized by Google

truction de ces locomotives revient à peu près au même prix que celle des locomotives ordinaires, que la moindre consommation entraîne de moindres frais de réparations des chaudières, du service d'alimentation, etc., on peut en conclure qu'il y a avantage indubitable à construire les locomotives d'après le système compound ».

Les expériences de Borodine eurent un grand retentissement et des conséquences importantes. Dès 1883, c'est-à-dire avant leur achèvement, une seconde machine avait été transformée de la même manière que la première.

C'était une locomotive à marchandises à six roues couplées construite, en 1871, par Schwartzkopf, à Berlin; elle est représentée en B. Les résultats furent aussi favorables. La transformation





fut successivement étendue à d'autres machines, tant à deux qu'à trois essieux accouplés, et plus tard à des locomotives à huit roues couplées. Les dispositions primitives furent conservées (sauf, bien entendu, les enveloppes qui n'avaient été appliquées à la première machine que pour les expériences) avec quelques modifications de détail; par exemple, le tiroir de démarrage fut fait cylindrique pour tenir moins de place et n'avoir pas la pression de la vapeur, le changement de marche double fut fait avec deux vis placées dans le même axe en prolongement l'une de l'autre, disposition ingénieuse due à notre Collègue M. Lœvy et appliquée actuellement aux locomotives

Digitized by Google

compound à quatre cylindres de quelques-unes des grandes Compagnies françaises.

D'autres Ingénieurs russes suivirent l'exemple du Sud-Ouest, notamment M. Th. Urquhart, du chemin de fer de Griazi-Tsaritsine. On ne tarda pas à construire des machines neuves dans le même système et, en 1889, le chemin de fer de Wladicaucase commandait aux ateliers de Kolomna, 30 locomotives compound à deux cylindres et quatre essieux accouplés pesant 50 *t* en service, soit le poids maximum qu'on pouvait atteindre avec les charges alors admises sur les chemins de fer russes. Le système compound trouva ainsi en Russie, comme en Allemagne, un développement rapide qui ne s'est point ralenti depuis.

En présence de faits aussi caractéristiques, il est permis de s'étonner de voir certains adversaires déclarés du système revenir perpétuellement sur la médiocrité des résultats donnés par les premières locomotives compound à deux cylindres à pressions égales ou inférieures à 10 *kg*.

Les locomotives d'essai du Sud-Ouest étant timbrées à 10 *atm*, et ayant presque toujours dans les expériences fonctionné à des pressions notablement moindres, on voit combien ces allégations sont contredites par les faits.

A propos de cette question des pressions, il nous paraît utile de relever quelques erreurs qu'on rencontre au cours d'appréciations sur les expériences de Borodine.

Ainsi, dans un article de la *Revue Générale des Chemins de fer* paru dans le numéro de juin 1894, il est dit page 294 : « La comparaison portait sur une machine du système ordinaire et sur une machine Mallet, la première timbrée à 10 *kg* et la seconde à 12. » Il y a là une erreur absolue qui serait de nature, contre l'intention de l'auteur, nous en sommes bien persuadé, à jeter le discrédit sur la correction des essais; les deux machines avaient le même timbre 10 *atm;* elles ne différaient que par l'application à l'une des dispositions relatives à la double expansion, et la pression de 12 *kg* indiquée dans l'article auquel nous faisons allusion n'était pas autorisée en Russie.

M. Demoulin, dans son grand ouvrage : *Traité pratique de la machine locomotive*, est tombé dans la même erreur, ayant probablement emprunté le renseignement à l'article précédent : « Machine compound Mallet 12 *kg*, machine ordinaire 10 *kg*. »

Une simple réflexion fait voir qu'il était tout à fait inutile de dépenser du temps, de l'argent et des précautions minutieuses

Digitized by Google

pour des essais dont le point de départ se serait trouvé radicalement vicié par une différence essentielle entre les machines mises en comparaison.

Après avoir constaté le succès très réel obtenu par la locomotive à deux cylindres inégaux, nous sommes bien à l'aise pour déclarer que, ni Borodine ni nous, n'avons jamais prétendu que ce type constituait la forme unique et définitive (si tant est qu'il y en ait jamais une) de la locomotive compound, mais il n'en est pas moins vrai que cette forme, par son extrême simplicité et le peu de changement qu'elle apportait aux idées alors admises à peu près exclusivement, a singulièrement facilité la première réalisation de l'expansion multiple sur la locomotive; elle a été, qu'on nous pardonne la figure, le coin qui a fait pénétrer le principe dans le milieu, très réfractaire alors, des chemins de fer. Ce rôle lui vaudra toujours, croyons-nous, une place très honorable dans l'histoire des progrès de la locomotive, s'il lui a valu, d'un autre côté, une antipathie toute spéciale de la part des adversaires du système compound, antipathie dont les séances de notre Société ont entendu encore tout récemment l'expression (1).

Dès 1888, Borodine nous entretint de son désir de construire une machine compound à grande vitesse pour le chemin de fer

(1) On peut en juger par le passage suivant des observations présentées par M. A. Lencauchez dans la séance du 7 octobre dernier de notre Société : « Il est permis de dire que les locomotives compound à deux cylindres et à moyenne pression iront bientôt rejoindre dans l'oubli les locomotives à cylindres oscillants. Bien certainement on ne trouverait aujourd'hui ni en France ni en Angleterre un ingénieur en chef pour adopter une locomotive compound à deux cylindres, preuve évidente de la médiocrité du système, etc. ».

Notre collègue nous permettra de lui faire remarquer que ce rapprochement entre une machine qui compte actuellement plusieurs milliers d'exemplaires et une autre qui, proposée il y a fort longtemps, n'a jamais été réalisée que sur le papier, manque peut-être autant de goût que de justesse. En présence du nombre très considérable de locomotives compound à deux cylindres actuellement en construction en Allemagne, en Autriche, en Russie, en Suisse, aux États-Unis, etc., on peut supposer que le bientôt de notre collègue ne veut pas encore dire demain.

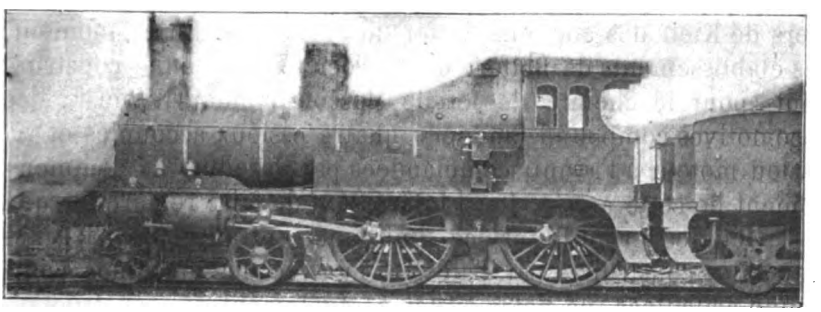
Le second argument de M. Lencauchez ne nous paraît pas avoir plus de valeur. On conçoit que nous n'insistions pas sur un point délicat, mais nous pouvons cependant rappeler qu'il y a vingt ans on n'aurait pas trouvé, en France, une locomotive à bogie et qu'il y a dix ans il y en avait très peu. On ne saurait évidemment attribuer ce fait à la *médiocrité du système*, puisque toutes les compagnies françaises, ou à peu près, l'emploient aujourd'hui. Ajoutons que si ces compagnies ne possèdent pas de locomotives compound à deux cylindres, des machines de ce genre n'en font pas moins un service régulier et journalier sur le territoire français, par exemple les machines du Jura-Simplon sur le P.-L.-M., de Pontarlier à la frontière Suisse, et sur l'Est, de Delle à la même frontière.

Enfin l'antipathie attribuée par M. Lencauchez aux ingénieurs anglais pour un système dont ils n'ont fait l'essai que dans des conditions très défavorables, nous paraît un argument bien dangereux à employer de la part de notre collègue. Croit-il que ces ingénieurs seraient plus disposés à accueillir avec empressement « les distributions compliquées qu'on appelle à tort distributions perfectionnées » selon l'expression de Borodine ? Il n'a qu'à en faire l'expérience.

Digitized by Google

du Sud-Ouest; la nécessité d'avoir des roues d'environ 2*m* de diamètre conduisait, avec deux cylindres seulement, à des dimensions inadmissibles pour les grands, il fallait donc quatre cylindres, la machine devant conserver le plus possible de simplicité; la disposition tandem ,dont nous nous étions déjà entretenus précédemment le séduisait, et il avait étudié un projet dans ce sens. Il nous demandait de tâter les constructeurs français pour la construction d'une machine de ce modèle. Nos démarches ne réussirent pas. L'exécution d'une machine nouvelle, à un seul exemplaire, n'était guère tentante, et la disposition projetée souleva beaucoup de critiques. L'affaire n'eut pas de suite à ce moment.

En 1890, notre Collègue, reprenant la question, nous demandait de vouloir bien accepter la mission de surveiller les études de détail et l'exécution de cette machine qu'il avait commandée en Angleterre. Nous lui répondîmes que nous accepterions volontiers si la machine pouvait être faite en France. Heureusement, des difficultés relatives à la forme du contrat, soulevées par les constructeurs, permirent de résilier le marché et de passer la commande à la Société Alsacienne de construction mécanique pour ses ateliers de Belfort. L'ordre fut donné à la fin de 1890,



C

et la machine terminée en septembre 1891. Pendant les études, la confiance de Borodine nous permit de faire prévaloir nos idées sur quelques points importants, d'accord, d'ailleurs, avec M. de Glehn, l'éminent Ingénieur, administrateur-directeur de la Société Alsacienne, et nous croyons qu'on n'a pas eu à le regretter.

La machine est une locomotive tandem à *receiver* et nullement à transvasement direct ou machine Woolf; elle est à commande unique de distribution pour les deux groupes de cylindres. La disposition d'ensemble est représentée dans la photogravure C.

Digitized by Google

On trouvera des détails sur l'arrangement des cylindres dans la planche 77, annexée au *Bulletin* de notre Société d'octobre 1892.

Cette locomotive fut assez critiquée dans certains milieux, très probablement parce que les auteurs des critiques ne se rendaient pas compte des conditions qui avaient présidé à son étude. La disposition devait être aussi simple que le permettait l'emploi de quatre cylindres, et le taux assez faible des charges par essieu, admises par l'administration, rendait parfaitement suffisants l'emploi d'une seule paire de mécanismes et l'attaque directe d'un seul essieu.

Nous avons à relever les mêmes erreurs que dans la première machine au sujet de la pression à la chaudière ; dans l'article précité de la *Revue générale des chemins de fer*, cette pression est indiquée comme étant de 14 *kg*, alors qu'elle est, en réalité, de 11 *atm*, pression maximum alors autorisée en Russie (1). Il en est de même dans l'ouvrage de M. Demoulin.

Nous n'insisterons pas au sujet de cette locomotive qui a fait l'objet d'un rapport de Borodine lui-même, rapport inséré au *Bulletin* d'octobre 1892 de la Société. Nous ajouterons, toutefois, que cette machine a été reproduite à un assez grand nombre d'exemplaires, dont quelques-uns ont été construits par les ateliers de Kieff des chemins de fer du Sud-Ouest. En ce moment, les établissements de Belfort de la Société Alsacienne construisent, pour le chemin de fer de Moscou-Windau-Rybinsk, des locomotives compound tandem à quatre essieux accouplés et un essieu moteur à l'avant, commandées par Borodine au commencement de cette année. Il est intéressant de faire remarquer que ces machines feront le service simultanément avec des machines Vauclain, construites par Baldwin, et avec des machines compound articulées, de notre système, également en construction à Belfort.

Dans un ordre un peu différent, nous signalerons des expériences très minutieuses exécutées, sous la direction de notre Collègue, sur le fonctionnement des appareils de divers systèmes employés pour l'alimentation des réservoirs d'eau des gares. Les résultats de ces expériences, très complètes, ont été donnés dans les *Bulletins* de mai et juin 1894 de notre Société.

(1) Nous tenons à ces rectifications surtout à cause de la thèse, trop absolue selon nous, soutenue par l'éminent auteur de l'article : « L'efficacité du système compound semble comporter comme condition d'un emploi réellement avantageux une pression de régime élevée, 12 à 14 *kg*.

Digitized by Google

Ils ont fait voir combien était extravagante la consommation de vapeur de quelques-uns de ces appareils, consommation qui, pour certaines pompes, dépasse 300 *kg* par cheval et par heure, et l'intérêt qu'il y a à améliorer le rendement de ces machines en général trop négligées.

Nous avons indiqué plus haut les améliorations apportées par Borodine aux ateliers de son réseau. Il se préoccupait constamment d'avoir ce qu'il y avait de plus nouveau et de plus perfectionné en fait d'outillage, d'instruments de mesure, etc. Il commandait en France le plus qu'il pouvait et pendant de nombreuses années, nous fûmes chargés de la surveillance et de la réception de ces commandes. Nous citerons, au hasard de la plume : des machines-outils pour le travail des métaux et pour le travail du bois, des machines à forger les écrous et les rivets, des machines à essayer les métaux et les tissus, des appareils de mesurage pour l'électricité, pour le degré d'humidité de la vapeur, des appareils calorimétriques, thermométriques, d'éclairage électrique, etc. Mention particulière doit être faite d'un grand dynamomètre de traction destiné à être installé dans un wagon et construit par notre Collègue, M. Digeon. En général, dès que Borodine entendait parler d'un appareil nouveau, il nous chargeait de suite de lui fournir des renseignements et souvent même de lui faire expédier l'objet.

Enfin, notre Collègue étudia un type normal de wagon à marchandises, qui fut construit en 1882 et qui est devenu d'un emploi général en Russie. Les dessins complets de ce wagon, qui présente des dispositions intéressantes, sont à la bibliothèque de notre Société.

On peut s'étonner qu'avec des occupations si absorbantes Borodine ait encore trouvé le temps d'écrire. Or, il a écrit beaucoup et, ce qui est plus rare, toujours utilement. Il prêchait, on peut dire, avec l'exemple, la parole et la plume. C'est surtout dans la revue technique l'*Ingénieur* publiée à Kiew qu'ont paru ses travaux les plus importants.

Cette revue a été fondée à la fin de 1881 par quelques Ingénieurs résidant à Kieff et a commencé à paraître avec l'année 1882. Borodine était chargé de la rédaction de la partie concernant la mécanique et ses applications. Le premier numéro contenait un article de lui sur le rôle des ateliers des chemins de fer, article dans lequel il attribuait les frais énormes d'entretien du matériel roulant au défaut d'organisation des ateliers, et concluait



Digitized by Google

à la nécessité de remédier au plus vite à cet état de choses en indiquant les moyens d'y arriver.

Notre Collègue traita également, avec de grands développements, la grosse question du rachat des chemins de fer. Il était adversaire déterminé de l'exploitation par l'État. L'État, disait-il, est fait pour administrer et non pas pour faire du commerce; or, l'exploitation des chemins de fer n'est pas autre chose qu'un commerce de transport.

Des articles importants ont été consacrés par notre Collègue à démontrer l'utilité, même la nécessité, de créer des ateliers spéciaux ou laboratoires pour l'essai des locomotives dans des conditions beaucoup plus favorables et commodes que celles qu'on trouve dans les essais en service courant. Il réalisa partiellement une installation de ce genre dans les expériences dont nous avons parlé, mais il rêvait beaucoup mieux et s'occupa de faire établir ce genre d'atelier par une action commune des diverses Compagnies de chemins de fer en Russie; il ne réussit pas dans cette tentative qui était un peu prématurée. Ces installations ont, comme on sait, été réalisées depuis quelques années aux États-Unis, non comme on pourrait le croire par les chemins de fer, mais par des institutions particulières d'enseignement technique et rendent de très grands services. On nous pardonnera de rappeler ici que nous avions exposé l'utilité qu'auraient des installations de ce genre pour élucider les questions relatives au fonctionnement des locomotives comme moteurs à vapeur, dès 1877 à la page 929 de notre mémoire inséré dans le Bulletin de novembre-décembre, de la Société des Ingénieurs Civils.

Tous les points que nous avons signalés à propos du rôle de Borodine comme administrateur, ont fait l'objet de sa part dans l'*Ingénieur* d'articles des plus remarquables; il est donc inutile d'insister à ce sujet. Ses nombreux voyages (il avait été trois fois aux États-Unis) furent également le sujet de comptes rendus intéressants dans le même recueil.

En 1885, après le départ de Kieff de M. Demtchinsky, rédacteur en chef de l'*Ingénieur*, Borodine accepta de le remplacer et remplit ces fonctions jusqu'à sa mort.

Notre Collègue a donné de nombreux articles à l'*Organ*, la grande revue allemande pour les questions de chemins de fer; il a fait plusieurs communications à l'*Institution of Mechanical Engineers;* nous avons mentionné déjà celles qu'il a faites à notre Société dont il avait été nommé correspondant en 1889.

Digitized by Google

Chez Borodine les qualités privées ne le cédaient en rien à celles de l'Ingénieur et de l'administrateur. C'était un homme de bien dans toute la force du terme; aussi était-il aimé, estimé et respecté de tous ceux qui l'ont connu, dans les sphères les plus modestes comme les plus élevées. Dans les questions d'affaires, on rencontrait chez lui, nous ne dirons pas la correction et la loyauté qui doivent être des qualités pour ainsi dire normales et naturelles, mais une délicatesse de procédés qui est beaucoup moins commune. Nous pouvons en parler sciemment à cause des rapports que nous avons eus si longtemps avec lui, et nous pourrions en citer des exemples frappants. Sa bonté et sa générosité étaient bien connues; il suffit de rappeler qu'en quittant le Sud-Ouest, il fit abandon de la pension à laquelle il avait droit à l'œuvre des bibliothèques créées par lui pour le personnel.

A toutes ces qualités il joignait une modestie et une simplicité qu'on ne rencontre pas toujours chez des hommes arrivés à des positions aussi élevées.

La perte du Collègue auquel nous avons consacré ces lignes sera vivement ressentie, non seulement en Russie, mais par les Ingénieurs de tous les pays.

Puisse cette pensée contribuer à adoucir dans quelque mesure la douleur de Madame de Borodine et de ses enfants auxquels nous nous croyons autorisé à adresser en cette circonstance l'expression de la profonde sympathie de la Société des Ingénieurs Civils de France.

Nous ne saurions terminer sans rappeler ici que nous avons été grandement aidé dans la rédaction de ce travail par les renseignements que nous avons trouvés dans des notices et discours de nos Collègues MM. d'Abramson et L. Lœvy et de M. Philonenko, rédacteur en chef de l'*Ingénieur*, auquel nous adressons particulièrement nos remerciements pour l'envoi du portrait qui figure dans cette note et qu'il a bien voulu nous autoriser à reproduire. Notre Collègue M. Wigoura a bien voulu également mettre à notre disposition des documents qui nous ont été très utiles et nous faire profiter de sa connaissance des langues russe et française.

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# M. PASCAL GARNIER

Pascal Garnier débuta dans la carrière des voyages en 1894; il avait vingt-deux ans et s'était préparé par l'étude des langues, de la géologie, des essais de laboratoire; il alla au Cap de Bonne Espérance, remonta jusqu'au Transvaal et revint par la côte Orientale d'Afrique; il avait pour mission principale d'étudier les filons aurifères du Transvaal et leurs prolongements probables; il résuma ses observations sur le pays dans une série d'articles du *Temps* et du *Petit Temps* de 1895 que nombre de journaux reproduisirent à l'époque. A son retour à Paris, il fournit à son père, M. Jules Garnier, les principaux éléments du mémoire: L'*Or et le Diamant au Transvaal et au Cap*, qui fit d'abord l'objet d'une conférence à la Société des Ingénieurs Civils de France, puis fut traduit en anglais par les soins de la Société Géologique de l'Afrique du Sud et valut à M. Jules Garnier le titre de Membre d'Honneur de cette Société.

Peu après sa rentrée en France, Pascal Garnier se dirigea, par l'Amérique et l'Océan Pacifique, vers la Nouvelle-Zélande, où il séjourna une année; il passa ensuite en Australie Occidentale et pénétra dans ce désert jusqu'à 600 *km*.

De retour en France, à la fin de 1897, il faisait, en janvier 1898, une communication sur la Géologie et les Mines de la Nouvelle-Zélande, à la Société des Ingénieurs Civils de France, et y annonçait son départ prochain pour l'Australie Occidentale, dont il n'avait fait qu'entrevoir la géologie; mais, cette fois, en compagnie de M. Jules Garnier: ces deux voyageurs partirent en effet, en Février, de Marseille, mais Pascal Garnier ne devait pas revenir: l'existence pénible dans ces contrées désertiques, son mépris pour les dangers de ces climats torrides, la mauvaise nourriture, l'excès de travail eurent raison de sa forte nature: pris à la fois par la dysenterie et les fièvres, il expirait, après quelques jours de maladie, à Coolgardie, le 23 juin 1898.

Digitized by Google

# CHRONIQUES

## Nos 224 et 225.

---

Sommaire. — Le chemin de fer de Barsi. — Moteurs à triple expansion pour éclairage électrique. — Manœuvre électrique des portes de la nouvelle écluse d'Ymuiden. — Charles E. Emery. — Les caractéristiques d'une locomotive. — Moteurs pour voitures automobiles. — Anciens moteurs à gaz. — Mécanismes des anciens moulins à vent. — Emploi de l'oxygène dans les mines. — Une roue hydraulique de grandes dimensions.

**Le chemin de fer de Barsi.** — Nous avons décrit dans la chronique d'octobre 1887, page 319, un intéressant chemin de fer à voie étroite construit aux Indes anglaises, la ligne de Silliguri à Darjeeling, à l'écartement de 0,61 *m*, qui se développe sur les contreforts de l'Himalaya en franchissant, sur une longueur de 80 *km*, une différence de niveau de près de 2 000 *m*.

L'écartement étroit généralement employé dans l'Inde est celui de 1 *m*; néanmoins, il a été ouvert récemment une ligne à la voie de 0,76 *m*, soit 2 pieds 1/2, également très intéressante, celle qui relie la station de Barsi, du *Great Indian Peninsular Railway*, à la ville du même nom, située à une distance de 32 900 *m*.

La voie est posée sur l'accotement de la route qui relie la ville et la station ; la largeur occupée est de 1,91 *m* lorsque les rails sont posés sur la route même et de 2,75 *m* quand la voie est sur un remblai destiné à adoucir les inclinaisons aux abords des ponts; la largeur minimum laissée pour la circulation des voitures est de 3,80 *m*. Sur les ponts, une clôture sépare la voie ferrée du reste de la chaussée. Le rayon minimum des courbes est de 45 *m* et la déclivité maximum de 1 à 88, soit 11,4 0/00; la plus longue rampe de cette valeur est de 800 *m*.

La voie est établie en rails d'acier à patins, de 17,5 *kg* le mètre courant et d'une longueur normale de 7,32 *m*. Ces rails ont 58 *mm* de hauteur, 48 *mm* de largeur au champignon et 73 *mm* de largeur au patin. Ils sont reliés par des éclisses pesant 5,66 *kg* la paire et de 0,40 *m* de longueur, serrées par 4 boulons de 12,5 *mm* de diamètre, avec interposition de rondelles Grover sous les écrous.

La voie est posée sur traverses en acier, sauf sur les ponts. Ces traverses ont 1,525 *m* de longueur, 0,15 *m* de largeur et 0,09 *m* de hauteur. Il y en a 10 par rail de 7,32 *m*, ce qui fait 2 200 par mille ou 1 366 par kilomètre ; elles pèsent 22,65 *kg* chacune. Il y en a deux types ; l'un A est employé dans les alignements droits: le rail y est fixé par deux crochets en acier; l'autre B sert dans les courbes et le rail y est fixé par quatre crochets. Dans les courbes, le surécartement est de 12,5 *mm*.

Sur les ponts, les rails sont posés sur des traverses en bois de teck de 1,525 *m* de longueur, 0,20 *m* de largeur et 0,125 *m* de hauteur, expacées de 0,61 *m* d'axe en axe; des traverses semblables, mais un peu plus

Digitized by Google

larges, sont employées dans les croisements. Sur ces traverses les rails sont fixés par deux crampons, et les traverses elles-mêmes sont fixées, une sur trois, sur les poutrelles des ponts par des boulons à crochet.

Le ballast est formé, en général, de pierres cassées; son volume est, au minimum, de 2/3 de mètre cube par mètre courant de voie.

Les ponts sont en acier, du type employé pour les lignes à voie de 1 *m*.

Les locomotives sont des machines-tenders à 8 roues accouplées et un bogie à 4 roues à l'arrière. Leur poids total est de 29 830 *kg* en service et le poids adhérent de 20 000 *kg*, ce qui fait 5 *t* par essieu. L'essieu moteur est le troisième à partir du cylindre; ses bandages n'ont pas de boudins.

La surface de grille est de 0,91 $m^2$, la surface de chauffe directe de 4,09 $m^2$ et la surface des tubes de 45 $m^2$; total: 49,09 $m^2$. Il y a 110 tubes de 44 *mm* de diamètre extérieur.

Les roues motrices ont 0,76 *m* de diamètre et les cylindres 0,330 *m* de diamètre et 0,457 *m* de course. Les caisses à eau, placées latéralement à la chaudière, contiennent 3 200 *l* d'eau, et la soute à charbon, à l'arrière, a une capacité de 2,2 $m^3$.

La boite à fumée, prolongée à l'avant, porte une énorme lanterne à l'américaine et la machine est munie de chasse-bœufs à ses deux extrémités. Toutes les roues, même celles du bogie, ont des sabots mus par un frein à vapeur et un frein à main. Ces locomotives ont été construites aux ateliers Kitson, à Leeds.

Elles peuvent remorquer les charges suivantes sur les différents profils:

| | |
|---|---|
| Sur palier . . . . . | 1 036 *t* |
| — 1 à 100 et courbe de 180 *m*. . . . . | 276 |
| — 1 à 98 — 180 *m*. . . . . | 245 |
| — 1 à 57 — 75 *m*. . . . . | 151 |
| — 1 à 50 — 75 *m*. . . . . | 136 |

Comme on a vu plus haut, les inclinaisons du profil ne dépassent pas 1 à 88; dans ces conditions, la charge admise est de 260 *t* et, si la vitesse est faible, de 300 *t*. Un train de marchandises de 260 *t* représente 12 wagons chargés et une voiture-fourgon contenant 38 voyageurs. Un train de voyageurs du même poids serait composé d'une voiture de classe supérieure, de 11 voitures de classe inférieure et d'un fourgon, le tout contenant 30 voyageurs de classe supérieure et 736 de classe inférieure.

Le train normal comporte 1 voiture de classe inférieure, 1 voiture-fourgon et 9 wagons de marchandises chargés, ce qui représente un poids de 210 *t*.

On dépense environ 85 *l* d'eau et 12 *kg* de combustible par kilomètre.

Le matériel de transport comprend quatre types de véhicules: 1° wagons-salons; 2° voitures pour classes supérieures; 3° voitures-fourgons 4° voitures pour classes inférieures.

Tous ces véhicules ont 12 *m* de longueur de caisse et 2,30 *m* de largeur; ils sont montés sur bogies à deux essieux; les châssis de ces bogies

Digitized by Google

sont en acier embouti, système Fox; les voitures sont munies d'attelages articulés pouvant faire un angle de 36° qui permet le passage dans les courbes de 45 *m*; elles portent des appareils d'éclairage au gaz Pintsch.

Les wagons-salons peuvent recevoir 8 voyageurs; ils comportent un vestibule, un salon, un fumoir, une toilette, une cuisine et un compartiment pour les domestiques; ils sont à intercommunication par couloir et munis d'installations de lits.

Les voitures-fourgons comprennent un compartiment pour 6 voyageurs de classe supérieure, avec lits et toilette, un pour 32 voyageurs de classe inférieure, un pour le garde-frein et un pour les bagages.

Les voitures de classe inférieure ont huit compartiments contenant chacun 8 voyageurs; elles sont munies de glaces mobiles, stores, doubles pavillons, etc., selon les exigences du climat.

Les wagons à marchandises sont aussi à bogies; les caisses ont 7,60 *m* de longueur; les bogies ont 5 *m* d'écartement d'axe en axe et les essieux de chacun sont distants de 1,30 *m*. Tous ces wagons portent des freins à main. Ils appartiennent à trois types: wagons à bords bas, wagons à bords hauts et wagons couverts.

Les premiers ont une tare de 4160 *kg* et peuvent porter 15800 *kg*, ce qui fait un poids de 20 *t* en charge.

Les wagons à bords hauts peuvent recevoir des canons; ils pèsent, à vide, 5400 *kg* et 20 *t* en charge, ce qui permet de porter 14600 *kg*; leur capacité est de 14 $m^3$.

Les wagons couverts ont une tare de 6000 *kg* et un port de 14000 *kg*, ce qui donne encore 20 *t* pour le véhicule chargé; la capacité est de 28 $m^3$. Ils servent au transport des chevaux et peuvent en recevoir 6 avec le fourrage et 9 en les serrant.

Le matériel roulant construit en Angleterre a coûté les prix suivants, rendu à Bombay, en comptant la roupie au change de 1 sh. 3 d., soit 1,55 *f*.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Machines. . . . . | 32160 roupies | ou | 49850 *f* |
| Voiture-salon. . . . . | 19420 | — | 30100 |
| Voiture-fourgon. . . . . | 17480 | — | 27100 |
| Voiture pour classe inférieure. . | 15380 | — | 23800 |
| Wagon à bords bas . . . . . | 2040 | — | 3160 |
| Wagon à bords hauts . . . . . | 2680 | — | 4150 |
| Wagon couvert . . . . . | 2640 | — | 4100 |

Les renseignements qui précèdent sont extraits d'un rapport publié par la section technique de la Direction de la construction des chemins de fer à Simla et reproduit par l'*Indian Engineering*.

**Moteurs à triple expansion pour éclairage électrique.** — A la réunion, à Londres, le 8 juin dernier, de la *Municipal Electrical Association*, M. A. Jeckell, ingénieur-électricien de la ville de South-Shields, a présenté un mémoire sur les moteurs à vapeur employés pour la production d'électricité, mémoire dans lequel sont rapportées des expériences d'un grand intérêt.

Digitized by Google

L'auteur range ces moteurs dans quatre catégories: 1° les moteurs verticaux à grande vitesse du type enclos; 2° les moteurs du même type à vitesse modérée; 3° les moteurs horizontaux ordinaires à vitesse modérée et 4° les moteurs verticaux ordinaires à vitesse modérée. C'est sur ces derniers qu'il s'étend particulièrement.

Il parait que leur emploi pour l'éclairage électrique est relativement récent en Angleterre et l'application en aurait été faite pour la première fois à Oxford. Ce sont, en général, des machines du type marin, à pilon, souvent à triple expansion, avec les pompes nécessaires au service de la machine commandées par elle. On entend souvent dire que les machines à expansion multiple et particulièrement à triple expansion ne sont économiques que lorsqu'elles fonctionnent à pleine charge. M. Jeckell considère que ce n'est pas nécessairement le cas et que, lorsque les machines sont établies avec les précautions nécessaires, elles donnent des consommations font peu différentes avec des charges très variables. C'est ce que montrent les résultats des expériences suivantes.

La première est relative à la machine n° 580, construite par J.-H. Mac Laren, à Leeds, pour commander directement un alternateur de 100 kilowatts. Le cahier des charges portait que la machine devait fonctionner économiquement à pleine charge, à trois quarts et à demi-charge.

C'est un moteur à triple expansion, du type à pilon, dont les cylindres ont respectivement 0,231 *m*, 0,362 *m* et 0,572 *m* de diamètre et 0,610 *m* de course, ce qui donne des volumes successifs de 1, 2,45 et 6,12. Les cylindres à haute pression et le cylindre intermédiaire ont des enveloppes de vapeur à la partie circulaire et aux fond et plateau; le cylindre à basse pression n'en a pas. Le condenseur fait partie de la machine et le piston de la pompe à air est mû, au moyen d'un balancier, par la tête de la tige du piston du cylindre intermédiaire.

Cette machine a été essayée à l'atelier le 24 février 1896; elle recevait la vapeur d'une chaudière type locomotive; sur l'arbre coudé était montée une poulie de 3,09 *m* de diamètre portant le frein avec une disposition de circulation d'eau. Six indicateurs Crossby étaient montés sur les cylindres un à chaque extrémité de chacun. L'eau condensée dans les enveloppes était recueillie et elle est comprise dans la dépense d'eau par cheval.

Le tableau A résume les données et résultats des trois essais faits sur cette machine.

On voit par les chiffres de ce tableau que, pour des puissances totales mesurées au frein sur l'arbre moteur, c'est-à-dire directement utilisables, de 1, 0,66 et 0,50, les dépenses d'eau d'alimentation par cheval au frein et par heure ont été respectivement de 1, 1 et 0,92, c'est-à-dire sensiblement constantes.

Voici une série d'expériences faites dans des conditions encore plus larges de variation de puissance. Ces expériences ont été effectuées sur une machine du même système et du même constructeur établie à la station centrale d'électricité de Sheffield, les 15 et 16 février 1898, c'est-à-dire tout récemment.

Les cylindres de cette machine ont des diamètres de 0,247 *m* 0,375 *m* et 0,585 *m* et une course commune de 0,610 *m*.

Digitized by Google

TABLEAU A.

| | | CHARGE ENTIÈRE | 3/4 DE CHARGE | 1/2 CHARGE |
|---|---|---|---|---|
| Durée de l'essai | | 122 min. | 120 min. | 123 min. |
| Pression effective à l'entrée du | Cylindre HP | 11,56 *kg* | 11,52 *kg* | 11,43 *kg* |
| | Cylindre intermédiaire | 4,58 *kg* | 2,75 *kg* | 1,72 *kg* |
| | Cylindre BP | 0,53 *kg* | 0,11 *kg* | 0,63 *kg* |
| Vide au condenseur | | 0,683 *m* | 0,709 *m* | 0,732 *m* |
| Nombre de tours moyen par minute | | 123,4 | 128 | 122,2 |
| Pression moyenne effective au | Cylindre HP | 3,17 *kg* | 2,58 *kg* | 2,42 *kg* |
| | Cylindre intermédiaire | 2,11 *kg* | 1,29 *kg* | 0,96 *kg* |
| | Cylindre BP | 0,79 *kg* | 0,49 *kg* | 0,36 *kg* |
| Travail indiqué en chevaux | Cylindre HP | 41,84 *ch* | 35,34 *ch* | 31,63 *ch* |
| | Cylindre intermédiaire | 69,56 *ch* | 44,06 *ch* | 31,30 *ch* |
| | Cylindre BP | 66,12 *ch* | 42,74 *ch* | 29,86 *ch* |
| | Total | 177,52 *ch* | 122,14 *ch* | 92,79 *ch* |
| Travail au frein | | 165,73 *kg* | 108,74 *kg* | 84,67 *kg* |
| Rendement organique | | 0,935 *kg* | 0,890 *kg* | 0,913 *kg* |
| Dépense de vapeur par cheval indiqué | | 6,30 *kg* | 6,00 *kg* | 5,69 *kg* |
| Dépense de vapeur par cheval au frein | | 0,75 *kg* | 6,75 *kg* | 6,23 *kg* |

On trouve dans le tableau B les données et les résultats de cette série d'expériences effectuées à charge entière, trois-quarts, demi et quart de charge.

TABLEAU B.

| | | CHARGE ENTIÈRE | 3/4 DE CHARGE | 1/2 CHARGE | 1/4 DE CHARGE |
|---|---|---|---|---|---|
| Durée de l'essai | | » | » | » | » |
| Pression à la chaudière | | 10,65 *kg* | 10,65 *kg* | 10,65 *kg* | 10,65 *kg* |
| Vide au condenseur | | 0,66 *m* | 0,66 *m* | 0,66 *m* | 0,66 *m* |
| Nombre de tours par minute | | 149,9 | 149,9 | 150,3 | 149,8 |
| Travail indiqué | Cylindre HP | 46,21 *ch* | 45,57 *ch* | 43,75 *ch* | 32,59 *ch* |
| | Cylindre intermédiaire | 78,24 *ch* | 57,82 *ch* | 46,48 *ch* | 33,56 *ch* |
| | Cylindre BP | 107,02 *ch* | 70,58 *ch* | 49,11 *ch* | 34,25 *ch* |
| | Total | 231,47 *ch* | 173,97 *ch* | 139,34 *ch* | 100,40 *ch* |
| Dépense de vapeur par cheval indiqué | | 6,27 *kg* | 6,21 *kg* | 6,24 *kg* | 6,11 *kg* |

On voit par les chiffres du tableau que, pour des puissances indiquées de 1, 0,75, 0,60 et 0,42, la dépense de vapeur par cheval indiqué et par heure a encore été presque rigoureusement la même, la différence de dépense entre les puissances extrêmes n'atteint pas 3 0/0.

On n'a relevé que les puissances indiquées correspondant aux puissances au frein qui se rapprochaient le plus des charges mentionnées en tête des colonnes du tableau, à cause de la réduction de rendement organique.

Digitized by Google

Les différences de consommation seraient un peu plus appréciables, mais sans être encore importantes, comme on l'a vu sur le tableau A.

Voici encore les résultats obtenus en 1892 avec une machine de même type, provenant du même constructeur. Cette machine avait des cylindres de 0,228 *m* 0,362 *m* et 0,572 *m* de diamètre, avec 0,610 *m* de course.

La vapeur était produite par une chaudière type locomotive, ayant une grille de 2,40 $m^2$ de surface, réduite à moitié, soit 1,20 $m^2$, pendant les essais, une surface directe de 10,80 $m^2$ et une surface tubulaire de 71 $m^2$, soit en tout 81,80 $m^2$. Cette chaudière contenait 106 tubes de 37 *mm* de diamètre extérieur et 3,38 *m* de longueur, présentant une section de passage de 0,272 $m^2$. La cheminée avait 0,61 *m* de diamètre et 7 *m* de hauteur.

Il a été fait deux essais à des puissances différentes, les données et résultats de ces essais sont consignés dans le tableau C.

TABLEAU C.

| | | N° 1 | N° 2 |
|---|---|---|---|
| Durée de l'essai | | 245 min. | 245 min. |
| Pression à la chaudière | | 11,20 *kg* | 11,20 *kg* |
| Vide dans la boîte à fumée | | 3,3 *mm* d'eau | 2,5 *mm* d'eau |
| Vide au condenseur | | 0,700 *m* | 0,710 *m* |
| Nombre de tours par minute | | 127,6 | 121,6 |
| Travail indiqué | Cylindre HP | 50,27 *ch* | 40,55 *ch* |
| | Cylindre intermédiaire | 50,04 *ch* | 42,60 *ch* |
| | Cylindre BP | 44,90 *ch* | 39,40 *ch* |
| | Total | 145,21 *ch* | 122,55 *ch* |
| Travail au frein | | 112,80 *ch* | 106,35 *ch* |
| Rendement organique | | 89,67 0/0 | 87,35 0/0 |
| Dépense de vapeur par cheval indiqué | | 6,20 *kg* | 6,12 *kg* |
| Dépense de vapeur par cheval au frein | | 6,90 *kg* | 7,01 *kg* |
| Poids de vapeur par kilogramme de charbon | | 10,16 *kg* | 10,21 *kg* |
| Dépense de charbon par cheval au frein | | 0,670 *kg* | 0,690 *kg* |
| Nature du charbon | | Ebbw Vale | Ebbw Vale |

On voit par les chiffres donnés dans ce tableau que les consommations de combustible par cheval ont été rigoureusement identiques dans les deux essais. La variation de puissance est très faible, aussi ne donne-t-on pas ces expériences à ce point de vue, mais seulement pour compléter les précédentes sous le rapport de la production de la vapeu et de la consommation de combustible.

Dans la discussion qui a suivi cette communication, le constructeur des machines dont il a été question, M. Mac Laren, a présenté d'intéressantes observations pour compléter ce qui a été dit précédemment.

On peut parfaitement obtenir avec des machines à triple expansion des consommations qui, pour des charges de 1, 3/4, 1/2 et 1/4 seront identiques pratiquement. Il a constaté les dépenses suivantes de

Digitized by Google

vapeur par cheval indiqué : 6,25 *kg*, 6,21 *kg*. 6,21 *kg* et 6,11 *kg*, la différence des deux consommations extrêmes n'est que de 2 0/0.

Les précautions à prendre pour réaliser ces résultats consistent à établir les dimensions des cylindres de manière que la machine se trouve un peu forcée à pleine charge et à avoir des enveloppes de vapeur à circulation assurée, à la partie cylindrique et aux fonds, tout au moins aux deux premiers cylindres. On doit porter la plus grande attention au vide; à cet effet, le conduit entre le dernier cylindre et le condenseur doit être aussi court et aussi direct que possible. La perfection du vide a une importance capitale sur la consommation de vapeur, une différence de 3 ou 4 *cm* de mercure suffit pour changer complètement les résultats donnés par une machine (1). Il faut éviter les condenseurs avec pompe à air mue par un moteur indépendant. Les consommations des machines accessoires sont très élevées. Le journal *Electrical Review* citait une installation existant à Chicago où les machines principales dépensaient 8,20 *kg* de vapeur par cheval-heure; la machine de l'économiseur en dépensait 17, celle du chauffage mécanique 16, les autres dans la même proportion, ce qui faisait pour les machines accessoires un total représentant plus de 20 0/0 de la dépense de la machine principale.

**Manœuvre électrique des portes de la nouvelle écluse d'Ymuiden.** — Le *Giornale del Genio Civile* contient un mémoire de l'ingénieur du *Génie Civil* Edmondo Borgetti sur la visite faite par lui aux travaux d'installatiou des appareils pour la commande électrique des portes de la nouvelle écluse établie à l'entrée du canal qui réunit directement Amsterdam à la mer du Nord.

Ce canal a 24 *km* de longueur, 27 *m* de largeur au plafond et avait été creusé de manière à avoir 7,20 *m* de profondeur d'eau au-dessous du zéro d'Amsterdam (Amsterdamsh Peil, en abrégé A. P.).

Cette profondeur ne suffisait plus pour les grands transatlantiques dont les dimensions vont toujours en augmentant et le gouvernement hollandais se décida en 1890 à approfondir le canal de manière à porter le tirant d'eau à 9 *m* au-dessous de A. P.

On fut conduit à établir, au moyen d'une déviation du canal, une nouvelle écluse (2) à Ymuiden à côté de l'écluse actuelle et à lui donner des dimensions propres à recevoir des navires de 225 *m* de longueur et de 9 *m* de tirant d'eau. Cette écluse a été composée de deux compartiments qu'on peut réunir à volonté. Voici ses dimensions :

| | |
|---|---|
| Longueur totale de l'ouvrage. . . . . | 282 *m* |
| Longueur libre du petit compartiment. . . . . | 70 |
| Longueur libre du grand compartiment . . . . . | 144 |

(1) On peut juger d'après ce fait du peu d'intérêt que présente une comparaison entre les consommations de machines de divers systèmes dont on n'indique pas les conditions de fonctionnement. Ces comparaisons ont à peu près autant de valeur que celles qu'on fait entre des consommations de combustible comptées avec plusieurs décimales et dans lesquelles on ne spécifie pas les différentes natures de combustibles.

(2) Cette écluse était déjà en construction lors du voyage de la Société en Hollande et les travaux en ont été visités par ceux de nos collègues qui ont pris part à ce voyage. (Voir Bulletin de janvier 1892, page 67).

Digitized by Google

| | | |
|---|---|---|
| Longueur totale. . . . . | *m.* | 225 |
| Largeur intérieure . . . . . | | 25 |
| Profondeur du canal au-dessous de A. P. . . . . | | 10 |
| Niveau du terre-plein côté de la mer au-dessus de A. P. | | 5 |
| — — côté d'Amsterdam au-dessus de A. P. | | 3,60 |

Dans les deux bajoyers de l'écluse on a ménagé un canal de 3,20 *m* de hauteur et 2 *m* de largeur pour économiser la maçonnerie et pour faciliter l'établissement du même niveau entre l'intérieur de l'écluse et la mer d'une part et le canal de l'autre; ces conduits communiquent avec l'écluse par des ouvertures munies de vannes.

L'écluse a six paires de portes métalliques dont les plus grandes ont 15 *m* de hauteur et 14,50 *m* de largeur et les plus petites 13 *m* de hauteur et la même largeur. Chaque grande porte pèse 110 *t* et chacune des petites 121. Pour réduire la charge sur les pivots, on a établi ces portes dans le système des bateaux-portes des bassins de carénage, c'est-à-dire qu'on les a fait creuses avec des compartiments étanches dans lesquels on peut introduire de l'eau qui concourt avec un lest fixe en fonte à donner juste la charge nécessaire sur les pivots.

La manœuvre de portes d'aussi grandes dimensions serait très difficile et lente si on n'avait recours à des dispositions mécaniques.

Aussi le gouvernement hollandais a-t-il, à la fin de 1893, ouvert un concours pour des projets d'installations mécaniques pour la commande des portes de la nouvelle écluse d'Ymuiden. Parmi les constructeurs qui ont pris part au concours, se trouvent la maison Hopp, de Berlin, et la maison Armstrong, de Newcastle, qui proposèrent des appareils hydrauliques comme ceux qu'on emploie dans les docks anglais, la maison Figée, de Haarlem, en participation avec Schuckert, de Nuremberg, et la Société Siemens et Halske qui présentèrent des projets d'appareils mis en mouvement par l'électricité. Il est même des constructeurs qui proposèrent des installations basées sur l'emploi de l'air comprimé.

Le gouvernement, pour avoir toute liberté, acheta les meilleurs projets et considérant que les dispositions hydrauliques étaient peu convenable pour le climat des Pays-Bas où il y a de fortes gelées pendant l'hiver, invita les maisons Figée et Schuckert à faire quelques essais relatifs à l'emploi des appareils à commande électrique.

Ces essais furent faits en 1894 et, en présence des résultats favorables obtenus, le gouvernement décida de faire exécuter les installations pour deux portes, deux vannes et deux cabestans.

On ne doit pas s'étonner des précautions minutieuses prises par l'administration, si on considère quelles conséquences incalculables un échec aurait eues pour le port d'Amsterdam et combien il était nécessaire d'assurer le succès de l'installation.

Voici les principales conditions imposées : le cahier des charges exigeait que les portes pussent être ouvertes dans la durée de 90 secondes avec une différence de niveau de 10 *m* entre les niveaux d'amont et d'aval et que les vannes pussent s'ouvrir en 60 secondes avec une différence de niveau de 2 *m* et se fermer dans le même temps avec une vitesse de 4 *m* par seconde pour l'eau dans les canaux pratiqués dans les bajoyers

Digitized by Google

de l'écluse. Il était prescrit également que la manœuvre des deux portes et celle des deux vannes placées symétriquement, l'une d'un côté et l'autre de l'autre de l'écluse, se fasse simultanément au moyen d'une commande unique contrôlée par un seul homme placé à un point de l'écluse; enfin, les terre-pleins autour de celle-ci devaient être autant que possible libres de tout obstacle et les appareils de manœuvre devaient être disposés dans des chambres pratiquées dans les bajoyers de l'écluse. Celle-ci devait être munie de douze cabestans dont deux électriques donnant 5 000 *kg* chacun avec vitesse à la circonférence de 0,20 *m* par seconde et les autres 10 000 *kg* avec vitesse à la circonférence de 0,10 *m* par seconde.

L'appareil de manœuvre de chaque porte se compose d'un chariot roulant sur rails et relié par une double charnière à une forte barre horizontale en fer dont l'autre extrémité s'articule à la partie supérieure de la porte du côté opposé aux charnières de celle-ci. Le chariot et la voie sur laquelle il roule sont disposés dans une chambre située en contre-bas du terre-plein de l'écluse et au-dessus du niveau de l'eau. On conçoit que le déplacement du chariot dans un sens ou dans l'autre amènera l'ouverture ou la fermeture de la porte. Ce déplacement est opéré par un moteur électrique placé à l'extrémité de la chambre et qui, par une transmission à chaîne sans fin, conduit le chariot dans un sens ou dans l'autre au moyen de quatre chaînes de traction.

Le chariot peut aussi être mis en mouvement par un treuil électrique placé dans une chambre latérale.

Sur le terre-plein de l'écluse et en relation avec le treuil électrique auquel on peut l'accoupler, est le cabestan à double puissance (5 et 10 *t*), qu'on peut également mouvoir à bras d'hommes et qui sert à haler les navires dans l'écluse et, éventuellement, à manœuvrer les portes au cas où le chariot serait mis hors de service.

Les conducteurs électriques passent sous l'écluse pour aller de l'autre côté mettre en mouvement les commandes des portes et des vannes, de sorte que les appareils des deux côtés de l'écluse fonctionnent simultanément, comme il était prescrit au cahier des charges.

Les portes peuvent donc être manœuvrées avec le moteur direct, avec le treuil électrique, avec le cabestan électrique ou encore à bras en cas de besoin, mais dans ce cas, naturellement, avec plus de lenteur. On a ainsi paré à toutes les éventualités qui pourraient se produire.

Les vannes sont manœuvrées par des chaînes de Galle passant sur un arbre commandé par un moteur électrique au moyen d'une transmission à vis sans fin. Pour chaque vanne, le moteur électrique a une force de 17 *ch*; pour le treuil électrique qui actionne chaque cabestan, le moteur est de 21 *ch*.

Pour qu'on puisse confier la commande des mécanismes divers à de simples manœuvres, on a dû installer des résistances qui sont introduites au départ dans le circuit par un système automatique actionné par un petit électro-moteur. Ces résistances et le tableau de distribution sont placés dans un compartiment de la chambre souterraine dont il a été question.

Lorsque les portes et les vannes sont arrivées à l'extrémité de leur

Digitized by Google

course, soit à l'ouverture. soit à la fermeture, le courant qui fait agir le mécanisme est intercepté automatiquement. Sauf les cabestans, rien ne paraît sur les terre-pleins de l'écluse que six petits pilastres portant les commutateurs qui servent pour les diverses manœuvres.

Tous ces mécanismes fonctionnent bien et remplissent le but qu'on avait recherché, mais il ne faut pas se dissimuler qu'ils présentent une certaine complication et on s'est attaché à les simplifier pour la commande des autres portes et vannes.

La station centrale pour la production du courant électrique est installée actuellement dans un hangar en bois contenant une chaudière de Cornouailles et deux machines à vapeur horizontales. Une d'elles, de 90 *ch*, actionne une dynamo servant pour les manœuvres des portes, vannes et cabestans ; l'autre, de 50 *ch*, sert pour l'éclairage électrique. La première paraît un peu faible.

Dans la station définitive, il y aura deux groupes de machines de 100 *ch* chacun, avec une grande batterie d'accumulateurs.

L'éclairage électrique comporte actuellement 500 lampes à incandescence qui servent à divers usages, pour l'éclairage des chambres souterraines et pour signaux, et 12 lampes à arc de 10 ampères pour l'éclairage extérieur de l'écluse.

A l'entrée du canal de déviation qui aboutit à la nouvelle écluse, soit du côté de la mer, soit du côté d'Amsterdam, sont disposés des mâts portant chacun un fanal formé de 5 lampes à incandescence. Un mouvement d'horlogerie placé à la station centrale interrompt périodiquement le courant dans ces lampes, de manière à donner des périodes de 8 secondes de lumière et 2 secondes d'obscurité. D'autres fanaux avec verres de couleur placés sur les supports des lampes à arc indiquent si l'écluse est libre.

Les câbles conducteurs hors du sol sont recouverts d'une chemise de plomb ; ceux qui passent sous l'écluse sont en fils de bronze phosphoreux recouverts d'une enveloppe isolante, puis d'une chemise de plomb et, enfin, de rubans de fer enroulés autour. Comme il est à peu près impossible de réparer ces câbles, on en a placé quelques-uns de réserve. Le mode de pose de ces conducteurs sous l'écluse est très intéressant, mais sa description ne saurait trouver place ici.

**Charles E. Emery.** — On annonce la mort d'un ingénieur qui s'était acquis une grande réputation aux États-Unis et aussi en Europe par des travaux importants sur l'emploi de la vapeur et dont nous avons eu plusieurs fois l'occasion de mentionner le nom dans ces Chroniques.

Charles E. Emery était né le 29 mars 1838 à Aurora, dans l'État de New Jersey. Il fit ses études à l'Université de Canandaigua, dans le même État et montra de bonne heure pour la mécanique des dispositions qu'il entretint par une lecture assidue des ouvrages relatifs à ces questions et notamment, du livre alors tout nouveau de D. K. Clark : *Railway Machinery*. Le jeune étudiant occupait ses loisirs à la construction de modèles de machines et chaudières à vapeur.

A sa sortie de l'Université, Émery passa quelque temps dans un bureau de dessin de chemin de fer et dans celui d'un atelier de construc-

Digitized by Google

tion avec fonderie, puis il étudia le droit pendant deux années dans le but de suivre la carrière d'agent de brevets. Mais, en 1861, la guerre de Sécession éclata et changea ses idées; il relevait d'une grave maladie et, dès qu'il eut repris ses forces, il entra dans la marine fédérale comme aide-mécanicien. Embarqué sur le *Richmond*, il prit part à un certain nombre d'actions: l'engagement avec le fort Pickers, l'attaque de Vicksburg et de Port-Hudson et la prise de la Nouvelle-Orléans par l'amiral Farragut.

Après la guerre, il fut attaché à un service d'essais sous les ordres de l'Ingénieur en chef B. Isherwood; ces essais furent faits en grande partie aux ateliers dits *Novelty Iron Works*, à New-York.

En quittant la marine, en 1869, il resta attaché à ces ateliers pour des essais relatifs à un type de machines fixes que la maison se proposait de construire. Les résultats en ont été publiés par le professeur W.-P. Trowbridge, dans un ouvrage intitulé: *Machines à vapeur avec et sans condensation*.

Emery fut en même temps directeur d'une Société qui portait le titre d'*American Institute Fair*, Société qui eut une certaine réputation dans le monde industriel et dont l'objet spécial était de faire des essais de machines et chaudières. Emery s'occupait personnellement de ces opérations.

A la même époque, il fut choisi comme ingénieur-conseil par le service hydrographique et par l'administration des Douanes des Etat-Unis. Il fit les plans et surveilla la construction du croiseur de la Douane le *Hassler* et de vingt machines marines pour le même service et étudia les modifications à apporter au matériel naval de ce service, auquel il resta attaché jusqu'en 1891. Ce fut pendant cette période qu'il exécuta des expériences qui lui valurent une grande réputation et qui conduisirent à reconnaître la supériorité des machines compound dont l'usage fut immédiatement généralisé pour les navires de la Douane. Ces expériences, faites sur les croiseurs *Bache*, *Dallas*, *Dexter* et *Rush*, avec la collaboration de l'Ingénieur en chef de la marine des Etats-Unis, Ch.-H. Loring, remontent à 1874.

Emery fit partie du jury de l'Exposition centennale de Philadelphie en 1876 et participa largement à la rédaction du rapport du groupe XX qui comprend les essais de chaudières faits sous sa direction, essais qui constituent une contribution des plus importantes à la littérature concernant les générateurs de vapeur. Tous ces travaux assurèrent immédiatement une grande notoriété à Emery.

En 1881, il fut nommé ingénieur en chef et ensuite directeur de la *New-York Steam Company*, établie pour la distribution de la vapeur d'une station centrale par des conduites placées sous les rues. En cette qualité il étudia et fit exécuter toute l'installation comprenant quatre étages de chaudières d'une force collective de 16.000 *ch*, et une canalisation rayonnant jusqu'à 1.600 *m* autour de la station et établie en tuyaux de 0,17 *m*, 0,20 *m* et 0,24 *m* de diamètre. Cette installation nécessita une étude très soignée des détails.

Emery appliqua notamment un système de joint à dilatation par diaphragme flexible en cuivre ne nécessitant ni surveillance ni entretien.

Digitized by Google

En 1887, quand Emery quitta cette Compagnie, le chiffre des travaux d'établissement exécutés sous sa direction s'élevait à 50 millions de francs.

Les dix dernières années de la carrière d'Emery furent consacrées à des études très variées : expertises relatives à des accidents, à des procès de patentes, aux questions hydrauliques. Il était inspecteur de la ville de Fall River et eut à faire un rapport sur une très grosse question qui divisait la ville et les usiniers relativement à l'usage des eaux pour forces hydrauliques.

Emery faisait partie des quatre Sociétés dites nationales : Ingénieurs civils, des mines, mécaniciens et électriciens, de l'Institution of Civil Engineers, dont il avait reçu les médailles de Watt et de Telford pour des mémoires relatifs à l'emploi de la vapeur. Il était en outre docteur en philosophie de l'Université de New-York, ce qui lui permettait de mettre le titre de docteur avant son nom, privilège très apprécié chez les Américains, les Anglais, les Allemands et probablement dans bien d'autres nations.

En 1884, Emery avait été choisi pour faire partie d'une commission instituée par l'American Society of Mechanical Engineers pour élaborer un règlement sur les essais de chaudières et en 1894 il fut nommé président d'une commission instituée pour reviser le règlement de 1884.

Emery est mort le 1er juin dernier, à Brooklyn, des suites d'une affection du cœur dont il souffrait depuis plusieurs années.

Nous avons signalé dans la Chronique de décembre 1896, page 801, les très intéressantes expériences faites par Emery en 1866 aux Novelty Iron Works sur des cylindres en fonte nue ou recouverte de verre et d'émail pour apprécier l'influence de la nature des parois sur la condensation initiale aux cylindres. C'est par suite d'un oubli que nous regrettons vivement que le nom d'Emery ne figure pas parmi ceux des savants et des Ingénieurs cités comme ayant contribué aux progrès de la machine à vapeur dans la partie relative à cette machine des publications faites à l'occasion du Cinquantenaire de notre Société.

**Les caractéristiques d'une locomotive.** — Notre collègue, M. G.-R. Henderson, dont nous avons eu déjà plusieurs fois l'occasion de signaler les travaux dans les questions relatives au matériel de traction des chemins de fer, vient de publier dans l'*American Engineer and Railroad Journal*, une note intitulée : Les caractéristiques d'une locomotive, qui contient des aperçus très intéressants sur un sujet tout d'actualité.

Dans l'état présent du développement des chemins de fer, lorsque les efforts sont appliqués à l'établissement et à l'emploi économique du matériel, la locomotive a naturellement été l'objet d'études toutes spéciales et on s'est largement occupé d'accroître sa puissance et son efficacité. Par l'expression de travail économique, on ne veut pas nécessairement dire qu'on cherche à faire beaucoup de travail avec peu de combustible, mais plus généralement qu'on fera beaucoup de travail avec un nombre relativement faible de machines, ce qui signifie que l'accroissement de la quantité de travail que peut faire une

Digitized by Google

locomotive présente plus d'intérêt que la réduction de la consommation de combustible pour la même machine.

L'auteur se propose de déterminer les conditions dans lesquelles on peut obtenir d'une locomotive donnée le maximum de travail, la question de la dépense de combustible étant laissée de côté pour le moment.

L'examen des diagrammes d'indicateur relevés sur les locomotives fait voir que le travail en chevaux le plus élevé qu'on puisse réaliser correspond aux plus grandes vitesses ; on devra donc d'abord rechercher les relations qui existent entre le travail et la vitesse. Il ne faut pas perdre de vue que la puissance d'une locomotive réside dans la chaudière et que celle-ci a une production de vapeur limitée.

On établira d'abord une relation entre la quantité de vapeur produite par la chaudière et celle qui est employée par les cylindres (1).

Appelons $v$ le volume en mètres cubes des deux cylindres (dans le cas des locomotives ordinaires), $b$ le rapport de la surface de grille, en mètres carrés, au volume $v$ des cylindres exprimé en mètres cubes, $c$ la quantité maximum de combustible brûlé par mètre carré de surface de grille et par heure, $d$ la quantité d'eau à 100° transformée, par kilogramme de combustible, en vapeur à 100°.

La quantité maximum de vapeur à 100° que la chaudière pourra produire par heure sera : $v \times b \times c \times d$.

Les valeurs numériques de ces différents facteurs ont été données dans le rapport présenté à l'Association des *Master Mechanics'* par une Commission dont faisait partie M. G. R. Henderson et dont nous avons donné un résumé dans nos Chroniques d'août, septembre et octobre 1898.

Si nous appelons $x$ le taux d'admission aux cylindres, $y$ le nombre de tours des roues par minute, $a$ le poids en kilogrammes d'un mètre cube de vapeur à la pression à la fermeture de l'admission ; si, de plus, on admet un coefficient de 1,2 pour tenir compte de la différence entre la pression de marche et la pression atmosphérique (parce qu'on a compté la vaporisation à la température de 100°) et une augmentation de 25 0/0 pour tenir compte de la condensation dans les cylindres, on aura, pour le poids de vapeur consommé par heure :

$$v \times x \times 2 \times y \times a \times 1{,}2 \times 1{,}25 \times 60 = v \times b \times c \times d.$$

En faisant disparaître $v$ on trouve :

$$x \times y \times 2 \times a \times 1{,}2 \times 1{,}25 \times 60 = b \times c \times d,$$

d'où :

$$xy = \frac{bcd}{2a \times 1{,}2 \times 1{,}25 \times 60},$$

ce qui est l'équation d'une hyperbole.

En remplaçant les lettres par leurs valeurs établies comme nous

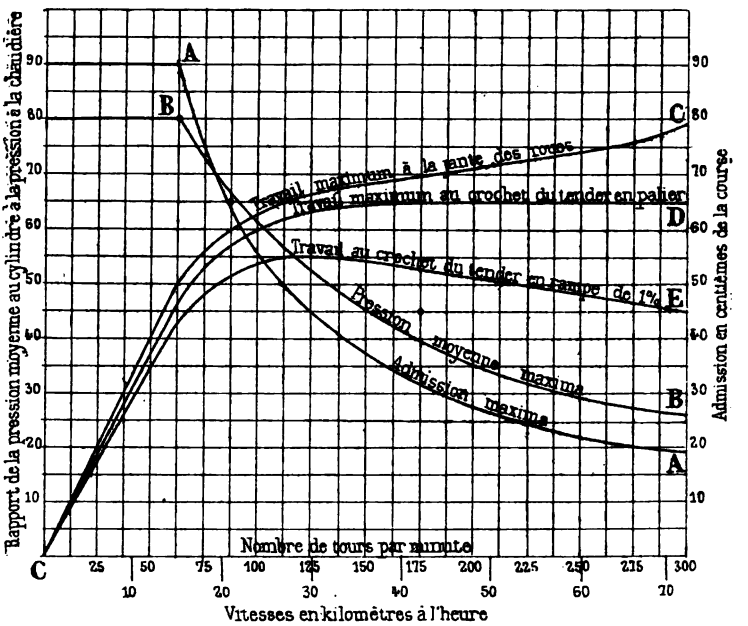
(1) Tout le raisonnement qui suit repose sur l'hypothèse de la constance de la production de vapeur d'une chaudière de locomotive ; si on admet, comme beaucoup d'Ingénieurs, que cette production croit, dans certaines limites au moins avec la vitesse, les choses se passeront différemment et la question devient notablement, plus compliquée. A M.



Digitized by Google

l'avons indiqué tout à l'heure, on établit la courbe AA représentée sur la figure, par laquelle on voit quelles sont les admissions maxima qui correspondent aux différentes vitesses avec la production de la chaudière (celle-ci étant supposée constante).

Nous allons maintenant construire une courbe donnant la pression moyenne effective maxima sur les pistons pouvant être obtenue aux




différentes vitesses, en faisant observer que cette pression moyenne est la pression nette sur les pistons après déduction de ce qui correspond à la résistance du mécanisme.

Dans le rapport auquel il a été fait allusion précédemment (voir Chronique de septembre 1897, page 395), on a donné les rapports de la pression moyenne effective sur les pistons à la pression initiale ; si on tient compte d'une chute de pression de 5 0/0 entre la pression à la chaudière et la pression initiale au cylindre et de 8 0/0 pour les résistances intérieures de la machine (mécanisme), les chiffres donnés par les diagrammes devront être réduits à $0{,}95 \times 0{,}92 = 0{,}88$ et on aura les éléments pour construire la courbe B B qui donne les pressions moyennes maxima qu'on pourra obtenir aux différentes vitesses.

Pour être tout à fait rigoureux, on devrait abaisser légèrement la courbe A A à son extrémité gauche, parce qu'aux faibles vitesses la pression à l'admission et le poids de vapeur correspondant seraient plus considérables mais, d'une manière générale, l'hyperbole est suffisamment exacte.

L'effort de traction de la locomotive est représenté par l'expression

Digitized by Google

$\frac{pd^2l}{D}$, dans laquelle $p$ est la pression moyenne effective sur les pistons, $d$ le diamètre des cylindres, D celui des roues motrices et $l$ la course des pistons. L'effort de traction sera donc fonction des ordonnées de la courbe BB et variera avec ces ordonnées qui sont les valeurs de $p$ correspondant aux différentes vitesses. On voit immédiatement que l'effort maximum de traction correspond aux faibles vitesses.

Le travail développé par la locomotive est le produit de l'effort de traction et de la vitesse et, comme on vient de voir que l'effort de traction est proportionnel aux ordonnées de la courbe AA, on trouvera que le travail est proportionnel au produit des ordonnées et des abscisses de la courbe BB. Ce produit est représenté par la courbe CC; c'est cette courbe qui constitue ce que l'auteur appelle les caractéristiques de la locomotive.

On remarquera que cette courbe monte rapidement jusqu'au moment où la capacité de production de la chaudière commence à être atteinte; elle se rapproche alors de l'horizontale, sauf à l'extrémité où elle a une tendance à se relever, ce qu'on peut attribuer à une moindre dépense de vapeur aux grandes vitesses. La ligne CC représente la variation du travail mesuré à la jante des roues motrices.

Le point intéressant pour le service de la traction est l'effort au crochet d'attelage du tender, c'est-à-dire après déduction de l'effort nécessaire au roulement de la machine et du tender.

La courbe CD correspond à l'effort au crochet du tender. On l'établit en déduisant, comme on vient de le dire, de l'effort correspondant à la courbe CC la résistance de la machine ou du tender calculée ainsi qu'il a été indiqué dans le rapport à l'Association des Master Mechanics' (voir Chronique d'août 1897, page 313).

On peut aller plus loin et tracer les courbes donnant les efforts de traction exercés au crochet d'attelage du tender, non plus en palier, mais sur diverses inclinaisons. Ainsi la courbe CE correspond au même effort exercé sur rampe de 1 0/0.

Les courbes ainsi tracées s'appliquent à une locomotive déterminée dont elles sont la caractéristique. Cette locomotive a des cylindres de 0,508 *m* de diamètre et 0,610 *m* de course, des roues motrices de 1,270 *m* et pèse environ 90 000 *kg* avec le tender, en ordre de marche.

De l'examen des courbes qui viennent d'être établies, on peut conclure que :

1° Le travail développé à la jante des roues motrices croit avec la vitesse jusqu'à une certaine limite voisine de 200 tours par minute, où il ne varie plus sensiblement;

2° Le travail au crochet d'attelage derrière le tender atteint son maximum à une vitesse d'environ 32 *km* à l'heure, correspondant à 135 tours par minute, et reste ensuite constant si la machine fonctionne sur un palier;

3° Le travail au crochet derrière le tender atteint son maximum à la vitesse d'environ 28 à 30 *km* sur une rampe de 1 0/0;

4° Le même travail atteint son maximum à la vitesse d'environ 24 *km* sur une rampe de 2 0/0;

Digitized by Google

5° Si on laisse de côté la question de vitesse et, par suite, de puissance, on trouve que l'effort de traction maximum est exercé aux faibles vitesses, 15 *km* à l'heure et même moins.

Il doit être entendu, comme nous l'avons rappelé déjà, que ces résultats ne s'appliquent qu'à une machine déterminée et que chaque type de locomotive a ses caractéristiques propres. L'auteur, pour le faire voir d'une manière très nette, a construit les mêmes courbes pour une machine ayant des proportions un peu différentes, par exemple un rapport de 4 au lieu de 3 entre la surface de la grille et le volume total des cylindres, avec un rapport convenable de la surface de chauffe, mais avec le même poids pour la machine et le tender. L'hyperbole AA différera notablement de la précédente et il en sera de même pour les courbes CC, CD, etc. Ainsi, par exemple, le travail maximum au crochet d'attelage correspondra sur niveau à une vitesse de 48 *km* à l'heure, alors qu'il ne correspondait pour la machine précédente qu'à 32, sur rampe de 1 0/0 à 40 *km* au lieu de 30 et sur rampe de 2 0/0 à 32 *km* au lieu de 24. C'est la conséquence à prévoir facilement, d'ailleurs, de la plus grande capacité de la chaudière.

L'auteur pense que l'emploi de ces courbes caractéristiques qui peuvent être tracées avant même la construction d'un type de locomotive dès qu'on a arrêté les dimensions essentielles de celui-ci, peut rendre de réels services dans les questions qui concernent la traction sur les chemins de fer. Nous ajouterons que si, dans l'établissement de ces courbes, on s'est servi des méthodes américaines développées dans le rapport à l'Association des Master Mechanics', on peut employer toute autre méthode conduisant au calcul de l'effort de traction et de la production de vapeur de la chaudière et, par suite, à celui du travail maximum réalisable par la locomotive.

**Moteurs pour voitures automobiles.** — Nous avons trouvé dans la *Revue britannique* de mars 1830, dans un article intitulé : « Routes à rainures (rails) et machines locomotrices », le passage suivant qu'il nous paraît intéressant de reproduire à titre de contribution à l'histoire des voitures automobiles.

En ce moment, on s'occupe aussi, dans la Grande-Bretagne, de deux machines locomotrices que l'on pourrait substituer à la machine à vapeur. Elles sont fondées également sur le même principe, l'élasticité des corps gazeux. L'une a été nommée par son inventeur *machine locomotrice pneumatique ;* l'autre aurait pour agent l'acide carbonique.

C'est la force élastique de l'air comprimé qui ferait manœuvrer la première. La plus grande difficulté était que l'action de l'air ne fût pas décroissante à mesure qu'il se dégagerait. C'est ce problème qu'un ingénieur anglais prétend avoir résolu en compensant la diminution successive de l'air que chaque coup de piston introduira dans ses cylindres par l'accroissement proportionnel de son volume. Les récipients ou magasins d'air de l'appareil seront des vases légers en fer ou en fonte. L'air s'y trouvera dans un état de condensation trente ou quarante fois plus considérable que dans l'atmosphère. Il suffira, sur une bonne route, d'une force égale au quarantième du poids d'une voiture pour entretenir

Digitized by Google

le mouvement qui lui aura été communiqué. Lorsque les routes seront en mauvais état, cette force devra être d'un treizième. Il faudra l'augmenter également quand l'appareil aura des côtes à gravir, mais les descentes fourniront une compensation pour cette dépense extraordinaire de force. La voiture présentera en raccourci l'apparence d'un bateau à vapeur dont on aurait enlevé la cheminée. Les récipients où l'air aura été condensé pourront n'être renouvelés qu'à chaque distance de 10 milles qui est la distance ordinaire des relais de poste. On les remplira au moyen de la machine à vapeur ou de la force hydraulique. Une machine à vapeur de la force de 10 *ch* suffirait, assure-t-on, avec un boisseau de houille pour fournir en une heure la quantité d'air comprimé qui serait nécessaire pour faire faire douze milles à l'heure à la malle-poste sur une route en bon état.

La seconde machine aurait pour moteur, comme nous l'avons déjà dit, le gaz acide carbonique. On assure que sir Humphrey Davy s'occupait de résoudre les difficultés que présente la construction de cet appareil quand une mort prématurée est venue malheureusement le surprendre. La solution de ces difficultés eût été sans contredit une des plus belles applications de la chimie ; elle eût encore réfléchi un nouvel éclat sur le nom de l'illustre auteur de la lampe de sûreté et de tant d'autres découvertes.

Au surplus, il faut espérer que nous ne tarderons pas à voir quelque heureux continuateur des travaux qu'il avait entrepris pour faire servir à nos besoins la puissance de l'acide carbonique.

Les journaux annonçaient dernièrement que M. Gurney avait découvert un nouvel agent qu'il voulait substituer à la vapeur ; ils n'en font pas connaître la nature, mais il est possible que cet agent soit le même que celui dont nous parlons en ce moment.

Trois opérations distinctes devront se faire dans les appareils dont l'acide carbonique sera le moteur. Dans la première, on obtiendra ce gaz en le séparant des autres corps avec lesquels il sera combiné ; dans la seconde, on l'amènera à l'état liquide et, dans la troisième, on lui rendra sa forme gazeuse, car c'est seulement quand il reprend cette forme qu'il développe sa puissance. Les deux premières opérations ne présentent aucune difficulté et s'exécutent journellement dans les laboratoires. Il suffira, pour avoir du gaz acide carbonique, de mettre dans un vase de la craie ou du marbre qui en contiennent une grande quantité et d'y introduire également de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique qui, s'emparant de la chaux, du marbre ou de la craie, dégagera l'acide carbonique ; il sera ensuite facile de faire passer ce gaz à l'état liquide par l'influence combinée de la compression et du refroidissement, en entourant le vase où il sera contenu de glace mêlée à du sel marin. Une chose moins aisée, ce sera de profiter de sa force quand il reprendra sa forme gazeuse. La cessation de la compression ou l'élévation de la température suffira pour la lui rendre. Mais si toute la masse de l'acide carbonique contenu dans le vase cessait à la fois d'être comprimée ou éprouvait un accroissement subit de chaleur, la force prodigieuse qu'il développerait aussitôt briserait en éclats tout l'appareil et pourrait tuer ou blesser gravement ceux qui s'en trouveraient rap-

Digitized by Google

prochés. On raconte qu'une personne qui avait fait beaucoup d'expériences sur ce gaz vint un jour trouver, pour lui en rendre compte, un des hommes qui, parmi nous, a le plus contribué aux progrès des sciences chimiques. Il lui annonça, en entrant, qu'il avait dans sa poche une bouteille d'acide carbonique liquéfié. Le savant, calculant qu'une simple élévation dans la température de la fiole suffirait pour déterminer une explosion effroyable, frémit en entendant cette communication et se hâta de congédier cet incommode visiteur. Mais ces périls, la science parviendra sans doute à les conjurer. Tous les jours, nous employons des agents qui ne sont guère moins dangereux. Que le feu, par exemple, qui échauffe nos foyers, glisse de quelques pouces, et il va incendier nos habitations. Pour en revenir à l'acide carbonique, tout le problème est de construire un appareil qui permette de ne développer que successivement la force redoutable qu'il acquiert en reprenant sa forme habituelle. Il faudra que cette transition d'un état à l'autre se fasse avec une extrême lenteur et, pour ainsi dire, goutte à goutte. Certains robinets dont on fait usage dans les arts pourraient, ce nous semble, être employés avec succès dans cet appareil.

Si on parvient à l'exécuter, il aura sans contredit de très grands avantages sur la voiture à vapeur et d'abord sous le rapport de l'économie. Si la craie qu'il consomme a un peu plus de valeur que l'eau, d'un autre côté, l'acide avec lequel on le traitera est bien moins cher que le combustible nécessaire pour convertir l'eau en vapeur. En second lieu, cet appareil aura des dimensions plus restreintes et sera beaucoup moins lourd, car, sous un volume donné, la craie contiendra une force bien autrement considérable que l'eau. On n'aura pas besoin non plus d'une cheminée, d'un vaste emplacement pour le charbon, etc.

Aussi est-il probable que la voiture à acide carbonique pourra se passer du secours si dispendieux des rainures en fer des nouvelles routes. En effet, on croit que ce n'est pas, comme on le suppose communément, la difficulté de diriger les voitures à vapeur qui empêche de s'en servir sur les routes sans rainures, mais la lourdeur de l'appareil. Le constructeur de ces voitures se trouve placé dans un cercle vicieux; s'il veut en diminuer les dimensions, il en réduit en même temps la puissance; quand, au contraire, il veut accroître cette puissance, pour triompher de tous les obstacles des routes ordinaires, il en crée lui-même de nouveaux en ajoutant à la pesanteur de la machine. Il est inutile de dire que la force de l'acide carbonique peut également, et avec le même avantage, être employée dans les fabriques et la navigation.

**Anciens moteurs à gaz.** — Dans le même recueil, pour l'année 1832, nous trouvons des détails curieux sur la machine à vide et à gaz, inventée par Brown et qui paraissait, d'après les expériences faites alors, pouvoir être avantageusement substituée à la machine à vapeur.

Le 27 juillet 1832, M. Brown a fait fonctionner à Old Brompton, devant une réunion de savants et d'industriels, trois de ses nouveaux moteurs ayant chacun un degré de puissance différent. L'ensemble de ce nouvel appareil diffère peu de celui des machines à vapeur ordinaires; on a seulement remplacé la chaudière par un cylindre dans lequel on

Digitized by Google

introduit avec compression du gaz hydrogène, très facile et surtout peu coûteux à obtenir. Le gaz soulève, en s'échappant du cylindre, un piston adhérent à une manivelle et, quand le piston est arrivé au point convenable, l'hydrogène s'enflamme, de même que la vapeur se condense dans les machines à feu actuelles. Aussitôt que le vide est opéré, le piston retombe, chassé par la pression atmosphérique et se relève ensuite par l'effet d'un nouveau courant de gaz, de manière à produire le mouvement alternatif de va-et-vient.

La différence entre la machine de Brown et la machine à vapeur consiste dans la substitution du gaz à la vapeur. Dans le nouveau système, le vide s'opère par la combustion du gaz, tandis que, dans le second, il s'effectue par la condensation de la vapeur.

Une des pompes qui a fonctionné à Eagle-Lodge avait quatre pieds huit pouces et demi de diamètre. Les effets en sont surprenants; le piston montait cinq à six fois par minute, et chaque fois il élevait avec une force inouïe 750 gallons d'eau (3 375 *l*). En sorte qu'une citerne de la capacité de 120 *hl* environ fut remplie en trois quarts de minute.

La pompe, qui, pendant les huit derniers mois, a fonctionné sur le canal de Croydon pour opérer l'épuisement des eaux, avait 22 pieds de haut et son cylindre 6 pouces de diamètre. On a constaté qu'elle fournissait 16 000 *l* d'eau par minute. Pendant les huit mois qu'elle a fonctionné, elle a consommé 417 chaldrons de houille (5 425 *hl*) qui ont produit 592 chaldrons (7 702 *hl*) de coke et 4 800 gaillons (21 600 *l*) de goudron. L'emploi de cette machine a occasionné une dépense totale de 666 liv. st. (16 650 *f*), mais on a retiré de la vente du coke et du goudron 769 liv. st. (19 250 *l*), en sorte que le bénéfice a été de 103 liv. st. (2 575 *f*), non compris la valeur de l'ouvrage exécuté par la machine.

On voit donc que sa mise en activité, loin d'entraîner à des dépenses, procure un profit assez considérable. Si, à ces avantages, l'on ajoute que l'emploi de cette nouvelle machine permettra de supprimer les chaudières et les provisions d'eau si lourdes et si coûteuses, on concevra facilement le succès que doit obtenir la nouvelle invention de M. Brown. La simplicité de son mécanisme, la rapidité avec laquelle on peut la mettre en action et la sécurité qu'elle présente (la machine à vide et à gaz n'est pas sujette aux explosions), lui donnent, en outre, une supériorité incontestable sur la machine à vapeur.

Il y a quelques années, l'Ingénieur Braithwaite eut l'idée de faire fonctionner, au moyen de la vapeur, les pompes à incendie; cette application eut les plus heureux résultats. Mais le temps qu'il fallait pour engendrer la vapeur, la pesanteur de la machine et les frais considérables d'entretien ont bientôt fait abandonner ce procédé. La machine de Brown étant, au contraire, alimentée par le gaz, substance que l'on peut se procurer aisément dans les rues de Londres et à chaque instant du jour et de la nuit, et pouvant en outre, fonctionner à la minute, pourra être employée efficacement à arrêter les progrès des incendies malheureusement trop fréquents dans cette capitale. Il a été constaté qu'en 1831 il y avait eu 542 incendies à Londres.

Digitized by Google

**Mécanismes des anciens moulins à vent.** — Les mécanismes des anciens moulins à vent, d'une construction primitive et grossière, étaient néanmoins susceptibles d'une grande résistance et d'une durée remarquable. Une communication de C. W. Hunt à l'*American Society of Mechanical Engineers* donne de curieux détails sur ce sujet.

Un vieux moulin à vent, construit en 1746, existe encore actuellement à Nantucket. Il a fonctionné sans interruption jusqu'à il y a une vingtaine d'années, c'est-à-dire pendant au moins cent trente ans. Il est en bon état de conservation et l'usure qu'on remarque sur les dentures provient surtout de ce que, dans ces derniers temps, on le faisait tourner de temps en temps pour l'amusement des visiteurs et cela sans graissage ni précautions..

La grande roue a 2,54 *m* de diamètre avec 6 bras et 62 dents en bois, le pignon à lanterne a 0,584 *m* de diamètre avec 12 fuseaux en bois de 75 *mm* de diamètre. Ces derniers sont dans un état remarquable de conservation.

M. Hunt a visité, en 1889, en Hollande, un moulin à vent de construction analogue, établi soixante ans auparavant. Les dents de la grande roue avaient été remplacées il y avait trente ans et on les remplaçait encore à l'époque de la visite de l'auteur, on peut donc estimer à cette période la durée moyenne de cette denture. Le moulin servant à moudre du grain fonctionnait nuit et jour, soit probablement de 18 à 20 heures par jour.

M. Hunt attribue la grande durée de ces dentures à l'élasticité que présentent ces mécanismes en bois. Les longs fuseaux des pignons à lanterne fléchissent légèrement sous la pression et empêchent le frottement de se produire dans certaines périodes de l'engrènement lorsque les pressions sont considérables; il n'a lieu qu'au commencement et à la fin du contact des dents, lorsque les pressions sont faibles; c'est ce qui explique l'usure relativement très minime de ces dentures réellement élastiques.

**Emploi de l'oxygène dans les mines.** — Dans plusieurs grandes fabriques de produits chimiques de l'Angleterre et du Pays de Galles, on a en réserve des réservoirs d'oxygène comprimé munis de détendeurs et d'embouchures pour combattre les cas d'empoisonnement par des gaz vénéneux. Le rapport pour 1897 de l'Inspecteur en chef des fabriques d'alcalis établit que plusieurs ouvriers ont été sauvés par des inhalations d'oxygène. On dit que la première application en a été faite en avril 1888 à Sainte-Hélène (Lancashire) dans la verrerie de MM. Pilkington.

L'oxygène pourrait également rendre de grands services dans les travaux souterrains où les ouvriers sont exposés à respirer de l'air vicié ou des gaz nuisibles. Dans le Klondike, par exemple, des mineurs descendent fréquemment dans les puits ou galeries avant que l'acide carbonique, produit par la combustion du bois avec lequel on fait dégeler le terrain, soit dissipé, et y sont asphyxiés. L'oxygène comprimé, qui est aujourd'hui un objet de fabrication commerciale, rendrait de grands services dans ces circonstances.

Digitized by Google

**Une roue hydraulique de grande dimension.** — Dans la Chronique de juin dernier, page 1153, nous indiquions comme la plus grande roue Pelton construite jusqu'ici une roue de 6,71 *m* de diamètre fonctionnant dans l'Alaska. D'après l'*Engineering and Mining Journal* on a fait récemment pour la mine North Star, dans le Névada, une roue de 30 pieds (9,15 *m*) de diamètre. Cette roue pèse seulement 6 800 *kg*. Les augets sont du système Risdon et présentent des perfectionnements importants sur le type de Pelton. La jante est reliée au moyeu par des tirants tangentiels à celui-ci, lesquels résistent exclusivement à la traction. La jante est en quatre morceaux pour faciliter le transport.

La roue tourne normalement à 65 tours par minute, ce qui représente une vitesse à la circonférence de 31,12 *m* par seconde. On a calculé qu'elle pourrait tourner avec sécurité à une vitesse de 100 *m* par seconde soit 360 *km* à l'heure. A la vitesse de 31 *m*, elle transmet 330 *ch* avec un injecteur et 1 000 *ch* avec deux, le diamètre de ces injecteurs étant de 45 *mm* et la charge d'eau de 230 *m*. L'axe de la roue actionne deux compresseurs d'air à simple effet.

Digitized by Google

# COMPTES RENDUS

## SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

### Juin 1898.

Rapport de M. Barbet sur **la scie diamantée pour pierres de construction** de M. Fromholt.

Le Bulletin d'août 1894 de la Société d'encouragement (voir comptes rendus de novembre 1894, page 730) contient un rapport de A. Tresca sur ce sujet. Le présent rapport décrit de nouvelles applications de la scie diamantée. La lame employée pour les pierres dures a 2,20 *m* de diamètre; elle porte 200 diamants dont 40 de champ, 80 sur les arêtes et 80 sur les faces. La vitesse tangentielle est de 35 *m* par seconde. Pour les pierres tendres, le diamètre est le même, les diamants sont moins nombreux et la vitesse ne dépasse pas 1,40 *m* par seconde; l'avancement est de 0,30 à 0,35 *m* par minute; le prix de revient d'un mètre carré de trait est de 1,25 *f*. La machine absorbe 10 à 12 *ch* pour sa marche.

Ce rapport est suivi d'une notice historique sur les applications du diamant au travail des pierres, dans laquelle est rappelée la part qui est due à G. Hermann et à R. Leschot, ancien élève de l'École Centrale, qui a construit une perforatrice à diamant qui a fonctionné pratiquement pour le percement des tunnels.

**Travaux de la commission des alliages. — Étude sur les alliages blancs dits antifriction,** par M. G. Charpy.

L'auteur a cherché dans cette étude à appliquer aux alliages pour pièces frottantes les idées théoriques qui se déduisent des expériences sur la fusibilité et les autres propriétés des alliages ainsi que de leur étude microscopique. On peut obtenir ainsi un classement méthodique qui simplifie la recherche de l'alliage à employer dans chaque cas particulier en faisant une première élimination au moyen de considérations générales.

De cette étude, M. Charpy tire des conclusions très caractéristiques. Les alliages employés comme antifriction présentent tous le même caractère général; ils sont constitués par des grains durs englobés dans un alliage plastique. La portée se fait sur les grains durs qui ont un coefficient de frottement peu élevé et sur lesquels le grippement ne se produit que difficilement; la plasticité du ciment permet au coussinet de se mouler sur l'arbre et d'éviter les surpressions locales qui amènent les échauffements et les grippements.

Cette constitution peut se réaliser par des mélanges binaires ou ternaires. Les essais à faire sont principalement des essais micrographiques pour vérifier si l'alliage présente bien la constitution indiquée plus haut et des essais de compression pour constater que l'alliage n'est ni trop dur ni trop mou, qu'il s'écrase régulièrement et ne se brise pas en morceaux sous la pression.

Digitized by Google

Ces considérations permettent un premier classement des alliages utilisables ; celles qui interviennent pour amener un choix définitif sont d'un autre ordre d'idées et sont relatives principalement au prix de revient, aux facilités de travail et d'emploi, etc.

**La classification méthodique décimale.** — Conférence faite le 27 mai 1898 à la Société d'Encouragement, par M. Ed. Sauvage.

La multiplication excessive des livres donne une grande importance à la question de la bonne organisation des bibliothèques et, avant tout, aux moyens de classer les livres. Une bonne classification est très difficile à effectuer parce que, lorsque l'on veut subdiviser un sujet un peu vaste, de nouveaux noms deviennent nécessaires et ces noms multipliés conduisent à une très grande complication. On est amené à désigner les divers groupes par des lettres ou des chiffres. L'emploi de ces derniers a été très heureusement amélioré par l'introduction de la classification décimale de Melvil-Dewey, qui a reçu de nombreuses applications en Amérique et commence à se répandre en Europe.

Le principe de la classification décimale est la division de l'ensemble des matières en dix classes désignées chacune par un des dix chiffres, en commençant par zéro ; puis chaque division est subdivisée en dix par l'addition des dix chiffres 0, 1, 2, ..., 9. On obtient ainsi cent divisions qui peuvent elles-mêmes être subdivisées en dix par l'addition de nouveaux chiffres, etc.

Le conférencier donne d'intéressants exemples des applications de ce principe ainsi que de la confection des fiches servant à l'établissement des catalogues.

Note sur **la détermination de l'heure du passage du soleil dans un plan vertical**, par M. Ed. Collignon.

**L'irichromatine**, par M. Ch. Henry.

L'auteur a donné le nom d'irichromatine à des dissolutions de térébenthènes dont il répand des gouttes à la surface de l'eau d'un bassin ; il se forme une pellicule très mince dont la couleur peut être modifiée à volonté en agissant sur l'épaisseur par traction ou par des vibrations sonores. Cette pellicule se dépose sur un subjectif quelconque immergé au fond du bassin ou sur une bande sans fin. Ces pellicules sont très résistantes et sans fissures et se fixent très solidement sur le papier.

Les applications sont intéressantes. On peut employer l'irichromatine pour remplacer l'huile dans le filage en mer, pour la zincographie à la place du bitume de Judée, ce qui diminue considérablement le temps de pose, pour diverses méthodes de mesures, etc.

Sur **les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles**, par MM. H. Le Chatelier et O. Boudouard *(Comptes rendus de l'Académie)*.

**Nouveaux gaz de l'air atmosphérique**, par MM. Ramsay et Travers *(Comptes rendus de l'Académie)*.

Digitized by Google

**Préparation du calcium cristallisé,** par M. H. Moissan *(Comptes rendus de l'Académie).*

**Sur la résistance électrique des aciers,** par M. H. Le Chatelier *(Comptes rendus de l'Académie).*

**Notes de mécanique.** — Nous signalerons parmi ces notes la description de la halle de coulée du système Baker, dont les dispositions ont pour objet d'économiser la main-d'œuvre et d'accélérer les opérations ; celles du pont roulant de fonderie de Morgan, de l'arrêt pour machines à vapeur de Wright, dans lequel un manchon reliant la tige du régulateur avec la distribution, arrête celle-ci quand la machine vient à s'emporter accidentellement. On trouve également des notes sur l'injecteur Gamble, le stuffing box à garniture métallique Longstreth, la perforatrice à air comprimé de Hancock et sur la détermination des courbes terminales des spiraux, par MM. Guillaume et Pettavel.

Juillet 1898.

**Séance générale du 24 juin 1898.** — Discours du Président, distribution des récompenses et rapports sur l'état financier de la Société.

Recherches de M. Aimé Girard, sur **les laits de caoutchouc.**

Le lait de caoutchouc est le liquide qui coule des incisions faites à l'écorce des végétaux susceptibles de produire le caoutchouc; il est opaque et offre à la vue une grande analogie avec le lait des animaux.

La note donne des détails sur la densité de ces laits, le diamètre des globules de caoutchouc, la composition, la teneur en caoutchouc, la coagulation, etc. L'analogie signalée plus haut avec le lait des animaux a engagé M. Aimé Girard à proposer le barattage pour la séparation du caoutchouc; des essais faits au Conservatoire ont donné d'excellents résultats.

**La constitution des ciments hydrauliques,** par MM. S. B. Newberry et W. B. Newberry *(Journal of the Society of Chemical Industry).*

**L'industrie du naphte en Gallicie,** par M. Konindjy (Extrait des *Zapisky).*

Les premières sources de naphte de la Gallicie ont été découvertes en 1860 et cette industrie s'est développée rapidement; en 1886, l'extraction représentait un total de 42 500 *t*; en 1893, elle atteignait 120 000 *t* et, en 1896, 340 000.

Pour sa teneur en naphtènes, ce produit prend place entre le naphte américain et le naphte russe. La production de la paraffine est une des branches les plus importantes de cette industrie. La note décrit les procédés et les appareils employés.

Digitized by Google

Sur **la radiation des manchons à incandescence,** par MM. H. Le Chatelier et O. Boudouard *(Comptes rendus de l'Académie).*

De leurs recherches les auteurs arrivent à tirer l'explication suivante du fonctionnement du bec Auer. Le manchon est formé d'une matière dont le pouvoir émissif, à la température de fonctionnement, est différent pour les différentes radiations et son rendement avantageux provient de ce que son pouvoir émissif très grand, voisin de l'unité pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge et sans doute beaucoup plus faible encore dans l'infra-rouge. La proportion d'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles est, par suite, très grande; cependant la valeur absolue de l'énergie ainsi rayonnée sous forme lumineuse est moindre que celle qui serait émise par un corps noir pris à la même température. Mais un corps noir semblable, placé dans les mêmes conditions de chauffage et avec une même étendue de surface rayonnante, prendrait seulement une température beaucoup plus basse et n'aurait alors qu'un rendement lumineux très faible.

**Absorption des liquides par les textiles**, par M. Loé Vigno *(Comptes rendus de l'Académie).*

Les textiles ont, pour chaque liquide, des pouvoirs absorbants spécifiques; la soie a le pouvoir absorbant le plus élevé, après vient la laine, puis le coton. Physiquement les textiles peuvent être considérés comme des corps poreux; leur pouvoir absorbant pour l'eau est à peu près égal à celui d'une éponge grossière; de plus, ces corps poreux sont doués de fonctions chimiques déterminées. Cette observation est utile pour l'étude des phénomènes de teinture et d'impression.

**Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium,** par M. H. Moissan *(Comptes rendus de l'Académie).*

L'hydrure de calcium s'obtient par le passage d'hydrogène sec sur du calcium porté au rouge sombre. C'est une matière blanche à cassure cristalline qui est stable à haute température et constitue un réducteur énergique.

**Verres bleus à base de chrome,** par M. André Dubois *(Comptes rendus de l'Académie).*

**Production d'un bleu de tungstène** provenant de la réduction des tungstates au feu de cuisson de la porcelaine. — Note de M. Albert Granger *(Comptes rendus de l'Académie).*

**Résultats des récents sondages pour la recherche de la houille** dans le Nord de la France. — Note de M. J. Gosseley *(Comptes rendus de l'Académie).*

Un certain nombre de sondages ont été faits dans le département du Nord et dans celui du Pas-de-Calais, dans le but de retrouver en France le prolongement du bassin houiller de Douvres. Les résultats n'ont pas été heureux. Les rares couches de houille rencontrées étaient dans des

Digitized by Google

conditions telles que leur exploitation n'eût pas été rémunératrice et la rencontre du terrain silurien doit faire perdre tout espoir d'y trouver de la houille autrement qu'en lambeaux provenant probablement de transports.

**Notes de mécanique.** — On trouve dans ces notes la description de la sertisseuse Leavitt, d'une machine à courber les tubes de R. Clarke, de divers appareils de levage américains, destinés surtout à la manutention des minerais et des charbons et enfin de divers brûleurs à pétrole.

## ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

*Premier trimestre de 1898 (suite).*

Notes sur **la construction du pont Alexandre III**, par MM. Resal, Ingénieur en chef, et Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Nos Collègues n'ont certainement pas oublié que, lors des fêtes du Cinquantenaire de notre Société, l'un des auteurs du présent mémoire a bien voulu traiter très complètement cette question devant nous. Tout ce que nous dirions à ce sujet serait donc à peu près inutile.

Nous signalerons, toutefois, des renseignements très intéressants sur le pont suspendu édifié sous la Restauration dans l'axe de l'avenue des Invalides et qui n'a jamais été mis en service. Ce pont projeté par Navier avait une seule travée; il a été remplacé par un pont suspendu à deux travées établi en 1829, auquel a été substitué en 1854 le pont actuel des Invalides. Il est à remarquer que pour le pont Alexandre III on est revenu à l'idée primitive de Navier d'un pont à une seule arche.

Le mémoire de MM. Alby et Resal donne la description sommaire du nouvel ouvrage qui, comme on sait, sera constitué par un arc de 107,50 *m* d'ouverture à triple articulation en acier moulé; la largeur du pont est de 40 *m* entre garde-corps; on trouve ensuite des considérations sur la stabilité générale de l'ouvrage, la nature du sol, les fondations et la marche du fonçage des caissons.

Notes sur **la construction du viaduc du Viaur** (ligne de Carmaux à Rodez), par M. de Volontat, Ingénieur en chef, et M. Thery, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Cet ouvrage, adjugé à la Société des Batignolles, se compose d'un arc à trois articulations de 220 *m* d'ouverture, en partie équilibré par des encorbellements et réuni aux culées en maçonnerie par de petites travées indépendantes.

Il y a deux fermes principales supportant la voie à la partie supérieure et butant à leur partie inférieure par des articulations contre des culées en maçonnerie encastrées dans le rocher. Les pièces principales sont en acier laminé. Cet ouvrage coûtera environ 2 1/2 millions de francs. L'étude en a été faite par notre Collègue M. Bodin, Ingénieur de la Société des Batignolles.

Digitized by Google

De l'**emploi des boulons à charnière pour maintenir les obturateurs amovibles** de certains récipients de vapeur, par MM. E. Polonceau et C. Walckenaer, Membres de la Commission centrale des machines à vapeur.

Ce mémoire a déjà paru dans les *Annales des Mines* et nous en avons rendu compte dans le Bulletin de janvier 1898, page 127.

Bulletin des **accidents d'appareils à vapeur** survenus pendant l'année 1896.

Ce bulletin a déjà paru dans les *Annales des Mines* et nous nous en sommes occupés dans les comptes rendus de mars 1898, page 400.

**Consolidation du pertuis de Reguy,** sur la Cure, par injections de ciment, par M. Breuillé, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Cet ouvrage, établi il y a une cinquantaine d'années, est en maçonnerie et fondé en partie sur du gros gravier au dessous duquel on trouve du gravier fissuré et en partie sur le calcaire lui-même. En 1890, l'état de ce barrage faisait craindre un accident ; le mortier avait été presque entièrement entraîné par les eaux et il ne restait plus qu'une maçonnerie en pierres sèches. On a opéré la consolidation par des injections d'un mortier liquide composé de 4/5 de ciment de Portland et 1/5 de sable fin. Le succès a été complet ; la dépense n'a été que de 1 928 *f* et le travail a duré trois jours. La reconstruction d'un pertuis semblable avait coûté 29 000 *f*.

Note sur **le déplacement de la porte monumentale de la Préfecture maritime de Rochefort,** par M. Mazerolle, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

La reconstruction après incendie de la Préfecture maritime de Rochefort nécessitait la démolition et la réédification de l'aile sud à cause de son alignement défectueux ; il devenait nécessaire de déplacer la porte dont le caractère monumental faisait désirer la conservation.

Cette porte mesure 10,36 *m* de hauteur sur 0,94 *m* seulement d'épaisseur ; le poids peut être évalué à 70 *t*. On l'a enclavée dans une charpente en bois avec des contrefiches obliques en avant et en arrière, l'ensemble glissant sur des couettes suiffées fortement calées sur le sol. La translation s'est opérée au moyen de deux cabestans manœuvrés chacun par 18 hommes. Le déplacement était de 2,78 *m* dans un sens et de 2,42 *m* dans l'autre. Le coefficient normal de glissement paraît avoir été de 0,20. La dépense s'est élevée à 1 950 *f*. Ce chiffre ne comprend que la main-d'œuvre et les bois, tous les apparaux de force ayant été fournis par la marine.

Note sur **le pavage en bois du pont suspendu d'Avignon,** par M. Armand, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Le pont suspendu d'Avignon, établi en 1843 par les frères Seguin, a été reconstruit de 1887 à 1889 par notre Collègue M. Arnodin. On a dense alors à remplacer l'ancien platelage qui était constamment en ré-

Digitized by Google

paration à cause de la circulation très active et de la sécheresse du climat, par un pavage en bois debout.

On a posé sur les poutrelles, parallèlement à l'axe du pont, des fers Zorès, les intervalles étant bouchés par des feuillards de 2 *mm* d'épaisseur sur lesquels on a coulé du béton de ciment. Le pavage en bois a été posé sur ce béton.

Ce pavage a donné des signes de dégradation au bout de quelques années et on a dû en opérer la réfection partielle ; mais, actuellement, il semble devoir durer longtemps. Cette disposition a augmenté notablement la rigidité du pont, à ce point qu'on a pu autoriser la marche au trot des voitures suspendues à 2 chevaux au plus ; de plus, l'entretien du pavage donnera lieu à une économie annuelle de plus de 1 900 *f*.

---

## ANNALES DES MINES

*5e livraison de 1898.*

Guide pratique pour **la recherche et l'exploitation de l'or à la Guyane française**, par M. Levat, Ingénieur civil des Mines *(suite et fin)*.

Cette dernière partie du mémoire de M. Levat étudie d'abord la question si importante de la main-d'œuvre ; l'auteur y développe des considérations sur les conditions que doit remplir la main-d'œuvre pour les mines, la réglementation du travail, les contrats de louage et d'engagement, l'immigration, la main-d'œuvre pénale, etc.

Vient ensuite la question des moyens de transport, étude des voies ferrées, trafic à prévoir, concession, etc. Le mémoire se termine par l'étude de la législation minière.

Dans des conclusions brièvement formulées, l'auteur insiste sur l'essor très rapide que détermineraient dans l'exploitation de l'or à la Guyane l'emploi d'appareils mécaniques pour le traitement des alluvions aurifères et l'exécution de voies ferrées reliant Cayenne aux placers. Il ne faut pas oublier à ce sujet qu'on dispose en Guyane d'une main-d'œuvre pénitentiaire qui constituera, pour un travail de ce genre, un précieux auxiliaire, en même temps qu'il permettra de donner à cette main-d'œuvre un emploi pratique et rationnel qui n'a, jusqu'ici, que trop fait défaut dans la colonie.

*6e livraison de 1898.*

Notice sur **le sélecteur Paul David**, par M. P.-L. Burthe, Ingénieur civil des Mines.

Ce sélecteur est un convertisseur perfectionné pour la métallurgie du cuivre. Le point de départ est celui-ci. Les impuretés du cuivre ne peuvent pas être totalement éliminées même par l'affinage et, lorsque le cuivre doit être soumis à l'électrolyse, la présence de ces impuretés est

Digitized by Google

extrêmement gênante pour les opérations ultérieures. Pour y remédier, on a pensé à adopter le procédé que les usines du Pays de Galles emploient pour le traitement des minerais impurs au four à réverbère et qui consiste à réunir les impuretés de la matte dans un culot de cuivre métallique (en anglais *bottom*), qu'on traite ensuite séparément au four à réverbère.

Le sélecteur de M. David, directeur de l'usine d'Équilles de la Société des Cuivres de France obtient, d'un seul coup, dans le même appareil, d'une part le bottom, de l'autre le cuivre purifié à l'état métallique. C'est un convertisseur d'une forme spéciale dans lequel la matte est coulée d'abord ; on le redresse et on donne le vent de manière à scorifier le fer de la matte ; puis commence la seconde phase de l'opération qui a pour but la formation du bottom, qu'après un soufflage suffisant on fait écouler dans une poche communiquant avec la cornue par un canal ; cette poche est placée latéralement et l'écoulement s'y fait lorsqu'on donne à l'appareil une inclinaison convenable. Une fois le bottom séparé, on continue la réduction de la matte purifiée et on coule le cuivre par une autre inclinaison de l'appareil.

Nous ne pouvons donner ici que le principe de ce procédé. Nous renverrons au mémoire pour les détails ; on y trouvera également des renseignements très complets sur les résultats obtenus, prix de revient, etc. Cet appareil paraît destiné à prendre une place importante dans la métallurgie du cuivre, surtout si cette méthode est combinée avec l'électrolyse.

**Commission des substances explosives. — Rapport sur les expériences de Blanzy** du 7 août 1897.

Ces expériences avaient pour objet de vérifier les atténuations que l'on pouvait espérer dans les effets extérieurs soit par l'augmentation de l'épaisseur des terres, soit par l'allongement des charges, les expériences faites précédemment sur les dynamitières n'ayant pu porter que sur des charges relativement faibles, 32 *kg* au plus.

Les nouvelles expériences ont été portées jusqu'à 500 *kg* de dynamite n° 1 à 75 0/0 de nitroglycérine. Ces essais dont nous ne pouvons reproduire les détails, ont montré les avantages certains qu'offrent, au point de vue de la sécurité du voisinage, les dynamitières souterraines sur les magasins actuels construits à la surface du sol. Il suffit d'une épaisseur de terre relativement faible pour supprimer d'une façon absolue, tout ébranlement dangereux et limiter dans une zone très restreinte la masse des projections extérieures. La suppression des magasins à l'air libre et leur remplacement par des magasins enterrés, établis conformément aux règles décrites dans le rapport, constitueraient une amélioration indiscutable.

Note sur **les gisements de manganèse de Tchiatour (Caucase)**, par M. A. Pourcel, Ingénieur des Mines.

Ces gisements ont une étendue approximative de 60 verstes carrées sur une épaisseur de 1,50 *m* à 2 *m*, ce qui représente une centaine de millions de tonnes de minerai. L'exploitation est très divisée et s'opère



Digitized by Google

par des moyens rudimentaires. Il serait très facile de l'améliorer. Ce minerai revient actuellement rendu à Marseille à 43 *f* la tonne; il renferme 59 0/0 de manganèse. La production a été pour l'année 1896 de 200.000 *t*.

## SOCIÉTE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

### Juin 1898

### Réunions de Saint-Etienne

*Séance du 4 juillet 1898.*

Communication de M. Clermont sur **la télégraphie sans fil.**

Le principe de la télégraphie sans fil repose sur la production d'ondes électriques au moyen d'un courant de haute fréquence traversant une bobine de Rhumkorff et venant actionner un résonnateur de Hertz, c'est-à-dire un système de quatre boules en cuivre que parcourt l'électricité. Sur le passage du courant, on établit un tube Branly, formé d'un tube dans lequel sont logées deux masses polaires, écartées bout à bout l'une de l'autre de 1/2 à 1 *mm* et dont l'intervalle vide est rempli de fine limaille de nickel et d'argent avec des traces de mercure. Les deux boules du milieu, dont le diamètre est quadruple de celui des premières, sont espacées par un intervalle de 1/2 *mm* et renfermées dans une capacité pleine de vaseline. Du milieu de ces boules part un fil qui s'enroule autour d'un mât surmonté d'une plaque. Les vibrations de l'éther sont ainsi transportées à une certaine hauteur et se répandent dans l'atmosphère.

On les recueille par un résonnateur qui se met à l'unisson pour les transmettre à l'appareil télégraphique ou téléphonique.

Pour détruire la cohérence qui se produit dans le tube de Branly après le passage de chaque fraction du courant nécessaire, un petit moteur mû par un électro-aimant recevant le courant de la ligne vient frapper le tube.

Si le télégraphe sans fil n'a pas encore donné des résultats bien pratiques, il n'est pas douteux que cette nouvelle forme de l'utilisation de l'électricité n'ait dans l'aventr des conséquences heureuses pour la télégraphie et même pour le transport de l'énergie.

Communication de M. Castellan sur **le transport aérien des mines du Plat-de-Gier.**

Ce transport destiné à l'entassement et au détassement d'agglomérés en forme de boulets a lieu par des toiles transporteuses au nombre de deux dont la première a 46 *m* de longueur développée et 0,60 *m* de largeur et l'autre 220 *m* de longueur développée et 0,40 *m* de largeur.

Ces toiles sont supportées par des rouleaux en bois placés à 2,50 *m* les uns des autres, La vitesse est de 1 *m* par seconde. La charpente se com-

Digitized by Google

pose de deux longrines en bois suspendues sur des chevalets. Cette installation a coûté 8.000 *f*; elle donne une grande économie dans les frais de manutention et supprime divers inconvénients. La toile est en fil d'acier recuit en mailles de 10 *mm*; elle est faite avec des maillons en forme d'hélice.

Communication de M. Péaillon sur **l'aspect micrographique des aciers.**

L'auteur décrit l'installation du laboratoire d'essais micrographiques de la Société des aciéries de Saint-Étienne et présente un certain nombre d'échantillons.

District de Paris.

*Séance du 30 juin 1898.*

Communication de M. Le Verrier sur **les progrès de la métallurgie du cuivre.**

L'auteur examine successivement les deux phases principales de la métallurgie du cuivre: la fabrication de la matte et sa transformation en cuivre brut, et indique les perfectionnements et modifications qui ont été apportés dans ces derniers temps à ces opérations. Il traite également les questions de l'affinage du cuivre brut au four ordinaire et au four électrique. Avec ce dernier procédé, les Américains sont arrivés à produire le cuivre électrique à un prix presque égal à celui du cuivre européen.

Communication de M. Zyromski sur **les machines en usage dans la sidérurgie.**

Cette communication traite des machines soufflantes pour hauts fourneaux et pour aciéries et des machines de forges comprenant, les machines actionnant les laminoirs pour transformation de gros lingots en blooms, billettes, etc., et les machines actionnant les laminoirs pour transformation des lingots courants d'aciéries Bessemer ou Thomas.

Juillet 1898.

Réunion de Saint-Étienne.

*Séance du 2 juillet 1898.*

**Visite aux usines de Roche-la-Molière.**

Les objets les plus intéressants examinés dans cette visite sont : le puits Combes, ainsi nommé en mémoire du célèbre savant et ingénieur; ce puits, de 4,20 *m* de diamètre, est guidé par des rails Vignole en acier; l'extraction s'opère au moyen d'une machine verticale à deux cylindres de 0,800 à 2 *m*; les câbles sont en aloès et le chevalement est entièrement métallique avec 21,50 *m* de hauteur; un atelier de criblage, un ventilateur soufflant du type Mortier, de 2 *m* de diamètre et 1,20 *m* de largeur actionné par une machine à vapeur horizontale à cylindre de 0,35 × 0,50 *m*, enfin un épuisement par des cuves de 30 *hl* de capacité à vidange automatique.

Digitized by Google

**Production houillère du Pas-de-Calais et du Nord** pour le premier semestre de 1898.

Le bassin du Pas-de-Calais a produit, dans le premier semestre de 1898, 6 560 000 *t* soit 409 500 de plus que pendant le premier semestre de 1897. Les mines de Lens figurent pour 1 378 000 de tonnes en augmentation de 84 500 sur le semestre correspondant de 1897.

Le Nord a produit 2 785 000 *t*, soit 101 700 *t* de plus que le semestre correspondant de l'année précédente. Les mines d'Anzin figurent dans ce total pour 1 457 000 *t*, soit 2 770 *t* seulement de plus qu'en 1897.

Les deux bassins réunis ont produit 9 345 000 *t*, soit 511 200 *t* de plus que dans le premier semestre de l'année précédente.

---

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

---

### Bulletin d'Avril-Mai 1898.

Rapport général sur **la marche de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur** pendant son trentième exercice, clos le 31 décembre 1897, présenté par M. Ernest Zuber, Président du Conseil d'administration.

Rapport de M. Walther-Meunier, Ingénieur en chef de l'Association sur **les travaux exécutés sous sa direction** pendant l'exercice 1897. .

Nous citerons dans ce rapport une note sur le procédé de vidange des chaudières de M. Savreux sur l'amélioration du partage des bouilleurs dans les chaudières pourvues de surchauffeurs Schwœrer. Dans ces dernières, l'installation du surchauffeur à la place de la sole du carneau des bouilleurs ne permet pas de placer les supports arrière de ceux-ci sur une voûte comme d'habitude. On est donc obligé de les placer sur des traverses métalliques que l'action du feu fait fléchir.

On y a remédié en garnissant ces traverses d'un revêtement réfractaire. On trouve aussi des expériences intéressantes sur l'Economètre Arndt faites dans le but de contrôler les indications de cet instrument (destiné à indiquer la proportion d'acide carbonique dans les gaz de la combustion) par des analyses de gaz complètes.

De ces expériences, notre Collègue M. Walther-Meunier conclut que l'économètre donne des résultats assez satisfaisants pendant l'allure normale des feux, mais la concordance avec les indications de l'appareil Orsat diminue avec l'allure forcée où il indique beaucoup plus d'acide carbonique que l'analyse directe n'en montre. Il peut donc rendre surtout des services dans des installations à production de vapeur constante et fonctionnant à allure modérée.

Le rapport dont nous nous occupons signale, comme d'habitude, un certain nombre d'accidents, rupture de bouilleurs, explosion d'une chau-

Digitized by Google

dière à bouilleurs attribuable au manque d'eau, diverses avaries dues à la même cause, dont une amenée par la présence de corps gras dans la chaudière, des avaries de surchauffeurs et enfin une rupture de conduite de vapeur amenée par le choc de l'eau condensée à la mise en marche, le purgeur ne fonctionnant pas.

Note sur **la vie et les travaux de X. Jourdain**, par M. B. Lombart.

**Action de la lumière sur les couleurs.** — Moyens de mesure, par M. Albert Scheurer.

**Teinture des matières colorantes** et des colorants immédiats, par MM. Albert Scheurer et A. Brylinski.

Bulletin de Juin-Juillet 1898.

Notes sur **la situation des vieux ouvriers**; propositions du comité d'utilité publique en vue d'une solution pratique de la question des retraites par M. Ernest Zuber.

Le Comité à étudié très sérieusement la question des meilleures mesures à prendre à l'égard des ouvriers atteints par l'âge et le point de départ de la discussion a été le passage suivant de la note sur les institutions d'Arlen créées par Ch. Ten Brinck. « Les ouvriers âgés ne sont jamais pensionnés et reçoivent leur ancien salaire aussi longtemps qu'ils peuvent paraître à l'usine », puis « Lorsqu'un ouvrier, travaillant encore, reçoit de l'État la rente de vieillesse, nous en défalquons toujours le montant de son salaire, de sorte qu'aucun d'eux ne reçoit plus qu'avant d'avoir obtenu la rente — ce serait un cumul exorbitant. »

Ce système a prévalu jusqu'ici dans la généralité des établissements de la région alsacienne, mais il est permis de se demander si, en dehors de divers inconvénients très réels qu'il présente, il est compatible avec la législation nouvelle qui assure une pension de retraite à tout ouvrier atteignant l'âge de 70 ans. Il est vrai que cette pension est insuffisante et doit être complétée par un supplément, de sorte que la question n'est pas résolue.

Le comité a donc été amené à étudier diverses solutions de cet important problème et cité, à titre d'exemple, celles qui ont été adoptées à la maison Dollfus-Mieg et Cie et à la Société Alsacienne de Construction Mécanique.

La conclusion est qu'on pourrait avantageusement utiliser pour centraliser à Mulhouse le service des pensions ouvrières la Société d'Encouragement à l'Épargne qui existe actuellement et a déjà pris un développement important. Chaque maison faisant partie de la Société pourrait lui verser annuellement une cotisation représentant, par exemple, de un à deux pour mille de la main-d'œuvre payée. Ces sommes seraient attribuées à payer des pensions aux ouvriers ayant atteint un certain âge, etc.

Digitized by Google

**Les égouts de la ville de Mulhouse.** — Conférence faite le 24 novembre 1897, par M. H. GRUNER.

Le projet a été établi sur les bases suivantes :

1° Évacuer, au moyen d'un réseau d'égouts répartis sur toute la ville : toutes les eaux ménagères, l'eau de pluie, les eaux industrielles partiellement et enfin les matières fécales;

2° Combler tous les cours d'eau traversant la ville, soit à ciel ouvert, soit dans des canaux voûtés ainsi que la plupart des égouts existants.

La note donne les bases qui ont servi au calcul des dimensions des égouts, des déversoirs, chasses d'eau, etc., et décrit les travaux exécutés, avec l'aide de nombreuses photographies. La surface desservie est d'environ 1 000 *ha* et on a prévu une population de 200 000 habitants, chiffre qui sera atteint dans une quarantaine d'années. Le montant total des travaux atteint 9 200 000 *f*. On a procédé à l'adjudication et on va procéder à l'exécution de la première partie estimée à 1 800 000 *f*. Les eaux à évacuer doivent être utilisées par l'État à l'irrigation de la Hardt.

Rapports divers relatifs à **des obtentions de prix.**

**Sur la teinture de la laine** et la constitution de cette fibre, par M. M. PRUD'HOMME.

---

## INSTITUT ROYAL DES INGÉNIEURS NÉERLANDAIS (1)

LIVRAISON DU 9 JUIN 1898.

*Séance du 29 mars 1898.*

Communication de M. BAERT sur le système Diatto pour traction électrique.

Communication de M. VAN HEMERT sur les tensions dans les ponts métalliques de chemins de fer.

LIVRAISON DU 20 AOUT 1898.

*Séance du 14 juin 1898.*

Communication de M. WENCKEBACH sur les appareils hydrauliques en usage pour la manœuvre des ponts de chemins de fer.

LIVRAISON DU 29 SEPTEMBRE 1898.

Mémoire de M. ELINK STERK sur les quantités d'eau de provenances diverses à évacuer d'un polder.

L'auteur qui est l'ingénieur du desséchement du lac de Harlem déduit de ses observations, avec une compétence indéniable, des résultats très

(1) Résumé communiqué par M. J. de Koning.

Digitized by Google

intéressants relativement aux quantités d'eau de pluie et d'infiltration qu'on rencontre dans les polders.

Mémoire de M. Ortt sur l'influence du vent et de la pression atmosphérique sur le niveau de la mer au Helder.

Mémoire de M. Pierson sur une digue à pierres perdues établie à Java.

---

## SOCIÉTE DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

### N° 27. — *2 juillet 1898.*

Installations mécaniques des entrepôts de la maison A. Wertheim à Berlin.

Aperçu sur la théorie des charpentes de coupoles, par R. Kohfal *(fin)*.

Nouveaux chemins de fer à crémaillère, par E. Brückmann *(suite)*.

*Groupe d'Alsace-Lorraine.* — Perforatrice à commande électrique de Siemens et Halske.

*Groupe de Cologne.* — Emploi de l'acier Thomas pour les rails.

*Groupe du Palatinat-Saarbruck.* — Chemins de fer électriques à accumulateurs.

*Bibliographie.* — Élasticité et résistance, par C. Bach.

*Variétés.* — Histoire du développement de la machine à vapeur en Amérique.

### N° 28. — *9 juillet 1898.*

Appareils de levage de Brown, par A. Sahlin.

Installations mécaniques des entrepôts de la maison A. Wertheim, à Berlin *(fin)*.

Capacité calorifique et proportion d'humidité des lignites, par L.-C. Wolff.

*Groupe d'Aix-la-Chapelle.* — Principes de la construction des régulateurs à force centrifuge. — Moteurs thermiques à haute pression.

Réunion générale à Baden-Baden des délégués et ingénieurs des associations internationales de surveillance des appareils à vapeur.

*Bibliographie.* — Loi russe du 20 mai 1896 sur les brevets d'invention, avec les règlements accessoires et les formulaires, par J. Koslow.

### N° 29. — *16 juillet 1898.*

La théorie de l'élasticité et la nécessité d'un enseignement de la résistance, par Kirsch.

Installations électriques de force et de lumière dans l'imprimerie de Rudolf Mosse, à Berlin, par B. Stein.

Machine compound de 1 500 *ch*, construite par les ateliers de Görlitz.

Digitized by Google

*Groupe de Wurtemberg.* — La chaudière à eau dans les tubes et particulièrement la chaudière Steinmüller. — Expériences de vaporisation à effet utile élevé.

*Bibliographie.* — Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique, par P. Dahem.

N° 30. — *23 juillet 1898.*

Grue à commande électrique, par Ch. Eberle.

Diagramme thermique des gaz et leur cycle, par M. Ancona.

*Groupe de Brême.* — Régulateurs pour machines marines.

*Groupe de Poméranie.* — Nouveaux procédés de désinfection. — Équilibre des masses en mouvement dans les machines marines.

*Groupe de Wurtemberg.* — Dépenses d'exploitation et établissement des tarifs de chemins de fer, notamment au point de vue du trafic des voyageurs.

N° 31. — *30 juillet 1898.*

Rapports de l'industrie textile avec la technique générale, par G. Rohn.

Progrès dans la question du froid artificiel, par H. Lorenz.

Lois de la déformation élastique des corps prismatiques sous les efforts de traction et de compression, par W. Schüle.

Toitures à double dent de scie, par G. Lentz.

*Groupe d'Aix-la-Chapelle.* — Le service téléphonique en Scandinavie et particulièrement les lignes souterraines de Christiania.

*Groupe de Francfort.* — Critique du moteur Diesel.

*Variétés.* — Effet utile des machines agricoles. — Assemblée générale des ingénieurs de chauffage et ventilation.

N° 32. — *6 août 1898.*

Calcul des efforts sur les parois planes par Holzmüller.

Nouveaux chemins de fer à crémaillère, par E. Brückmann *(suite).*

Tracé du rivetage des chaudières, par H. Dieckhoff.

Machine à river électrique, système Kodolitsch.

*Groupe de Siegen.* — Presses à forger et autres construites par les ateliers L. W. Breuer, Schumacher et C^ie^ à Kalk, près Cologne.

N° 33. — *13 août 1898.*

Théorie des moteurs thermiques, par D. Banki.

Moments de résistance et représentation des lois de la déformation, par Fr. Engesser.

Expériences de Taylor sur l'équilibrage des machines marines, par C. Fränzel.

*Groupe de Hambourg.* — Soupapes de prise de vapeur et appareils de graissage.

Digitized by Google

N° 34. — *20 août 1898.*

Élévateur pneumatique pour les grains, par M. Buhle.

Moments de résistance et représentation des lois de la déformation, par Fr. Engesser *(fin)*.

*Groupe de Hanovre.* — Construction des soupapes de prise de vapeur et des purgeurs.

*Variétés.* — École municipale de contre maîtres mécaniciens à Berlin. — Répartition des moteurs dans l'Empire allemand d'après le recensement de juin 1895.

N° 35. — *27 août 1898.*

Élévateurs pneumatiques pour les grains, par M. Buhle *(fin)*.

Nouveaux chemins de fer à crémaillère, par E. Brückmann *(fin)*.

*Groupe de Hanovre.* — Humidification de l'air dans les filatures et tissages.

N° 36. — *3 septembre 1898.*

Élévateur hydraulique à air comprimé, par E. Josse.

Machine à vapeur de 500 *ch* à distribution par soupapes de Zvonicek, construite par la Böhmish-Mahrisch Maschinenfabrik, à Prague.

*Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat.* — L'éclairage électrique des rues et le service électrique municipal à Nüremberg.

*Variétés.* — Exposition industrielle à Dusseldorf en 1902.

*Pour la Chronique et les Comptes rendus :*
A. Mallet.

Digitized by Google

# BIBLIOGRAPHIE

**Télégraphie pratique**, par M. Montillot, Inspecteur des Postes et des Télégraphes(1).

Le nouvel ouvrage que M. Montillot vient de faire paraître est fort bien fait, et tous ceux de nos Collègues qui s'intéressent aux questions de la télégraphie le consulteront certainement avec fruit.

Dans les deux premiers chapitres, l'auteur examine les divers systèmes télégraphiques ainsi que les appareils accessoires des postes.

Le IIIe chapitre est consacré à l'étude des sources d'électricité.

Le télégraphe à cadran et l'appareil Morse font l'objet de monographies très complètes. Les divers modes d'installation des postes avec les appareils Morse et à cadran sont complètement examinés dans les chapitres VI et VII.

Les appareils Hughes et Baudot sont étudiés avec beaucoup de détails dans les chapitres VIII et IX.

Le chapitre X contient la description des divers appareils utilisés en France pour l'exploitation des lignes sous-marines.

La construction, l'entretien et la réparation des lignes aériennes, souterraines et sous-marines, font l'objet des chapitres XI, XII et XIII.

Le XIVe chapitre est consacré aux essais électriques et mesures usuelles et le XVe aux perturbations et dérangements qui peuvent affecter les lignes et les installations intérieures.

En résumé, ce traité de télégraphie est très complet et à la portée de tous; comme son titre l'indique, il est réellement fait dans un esprit pratique.

G. Baignères.

---

**Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement.** — Étude théorique et pratique, par le baron Mauni(2).

Le livre que vient de publier M. de Mauni dans la bibliothèque des actualités scientifiques et industrielles appelle la réflexion du lecteur attentif. L'auteur a entrepris, en effet, de réfuter la théorie actuelle de la résistance au roulement et d'apporter dans cette question l'appoint de ses idées personnelles. Il rappelle d'abord la loi dite de Coulomb et cite l'interprétation suivante de cette loi, donnée par M. Delaunay dans son cours de mécanique appliquée, édition de 1885 :

« Il résulte des expériences de Coulomb que la force capable de vaincre la résistance au roulement, force que nous supposerons agir toujours sur un même bras de levier, est : 1° proportionnelle à la pression, 2° in-

(1) Un volume grand in-8° de 624 pages avec 356 figures. — Prix cartonné : 25 francs. — Paris, Veuve Ch. Dunod, éditeur.

(2) Un volume in-18 de 138 pages. — Prix broché : 2 francs. — Paris, Veuve Ch. Dunod, 1898.

Digitized by Google

dépendante du diamètre du rouleau. Il est bien évident que, si cette force, au lieu d'agir toujours sur un même bras de levier, était dans tous les cas, appliquée horizontalement au centre du rouleau, ou bien à l'extrémité supérieure de son diamètre vertical, elle serait inversement proportionnelle à ce diamètre. »

M. de Mauni met sur le compte d'une inadvertance et non pas d'une erreur de Coulomb la loi formulée ainsi d'une manière générale. D'après lui, ce que l'on a nommé la loi de Coulomb sur la résistance au roulement n'existe pas en réalité, ce physicien s'étant abstenu de traiter ce sujet à fond et ayant, par pure inadvertance, traduit en une formule générale, les résultats d'expériences faites dans un but très différent. Ce but était la recherche de la roideur des cordes et celle du travail passif causé par cette raideur dans l'emploi des poulies et des palans.

M. de Mauni rappelle que, en 1837, l'ingénieur Dupuit dirigea de sérieuses attaques contre la théorie admise et eut à ce sujet, avec Morin, devenu plus tard général et directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, une vive polémique.

Dupuit, dans ses Notes et Mémoires, dit que les résultats qui lui ont été donnés par les *surfaces unies*, c'est-à-dire par les chaussées empierrées, sont fort différents de ceux qui lui ont été donnés par les *surfaces dures et raboteuses*, c'est-à-dire par les chaussées pavées. Ainsi, sur les surfaces unies, la vitesse, selon Dupuit, n'influence en rien le tirage, tandis que, sur les pavés, le tirage est augmenté par la vitesse. En outre, sur les chaussées unies, le tirage paraît à Dupuit être indépendant de la largeur des bandes et de la suspension du véhicule sur des ressorts, tandis que sur les routes pavées, la largeur plus grande des bandes et la suspension des voitures, lui donnent une diminution de la résistance au roulement. Sur les chaussées unies comme sur les chaussées pavées ou raboteuses, Dupuit prononce que : 1° la résistance au roulement est la même en montant qu'en descendant ; 2° elle est indépendante de la pente du terrain ; 3° elle est proportionnelle à la pression ; 4° elle est en raison inverse de la racine carrée du diamètre de la roue.

M. de Mauni déclare que les expériences et les calculs de Dupuit ont été trouvés par lui généralement justes quant aux résultats et aux conclusions tirées, sauf quelques erreurs, et malgré le vice des bases premières sur lesquelles repose sa théorie. Réciproquement, les expériences et les calculs contraires, fournis par Morin, ont été reconnus et démontrés faux dans presque toutes leurs parties.

Pendant soixante ans succède à la polémique de Dupuit et de Morin l'indifférence la plus complète. La victoire récente de la bicyclette sur le grand bicycle, inexplicable si on admet la loi de Coulomb, imposait la nécessité de reprendre la question, et c'est pourquoi M. de Mauni s'est proposé de discuter les résultats obtenus autrefois par Dupuit et de faire des recherches personnelles. Il expose ces recherches dans le chapitre III de son livre, où il dit tout d'abord que ses expériences lui ont montré que la résistance au roulement apparaît avec la rugosité de la surface et que l'influence du diamètre est minime au début. Cette influence du diamètre va en croissant et la loi de Dupuit est sensiblement vraie dans les limites de la pratique usuelle.

Digitized by Google

M. de Mauni montre ensuite que la résistance au roulement est essentiellement une manifestation de la pesanteur. Le travail consiste à faire franchir successivement à la roue une série d'obstacles qui sont les aspérités du chemin. A chaque obstacle, la roue monte avec dépense de force, puis redescend avec un profit toujours bien moindre que la dépense, pour remonter l'instant d'après. Cette conception est analogue à celle que l'on trouve dans ma note parue dans le Bulletin de juillet 1896 de notre Société et où je traite du frottement des fluides contre les surfaces solides. Mais je reviens de suite au travail de M. de Mauni. Celui-ci dit que pour que la roue, après chaque obstacle franchi, éprouve l'effet entier de la pesanteur, il faut qu'elle ait le temps de tomber. Si elle n'a pas le temps de tomber, c'est-à-dire si la vitesse est assez grande pour cela, le travail total diminuera. A un certain moment, ce bénéfice compensera la dépense résultant du nombre plus grand d'obstacles à franchir dans le même temps ; théoriquement, il pourra la dépasser et y parviendrait en réalité, n'était l'intervention de la résistance de l'air.

M. de Mauni trouve par cette considération que la résistance au roulement ou tirage est proportionnelle au sinus verse de la moitié de l'arc de contact entre le chemin et la roue, celle-ci étant supportée par une aspérité de chemin, à chaque extrémité de l'arc de contact. Pour une surface donnée, plus la roue qui roulera dessus sera grande, moins elle s'enfoncera entre les aspérités et moins elle aura de travail à faire pour vaincre à chaque instant la pesanteur. Si la surface de roulement est très unie et si les aspérités sont, par conséquent, très petites et rapprochées, les sinus verses, pour des roues grandes ou petites, auront des valeurs presque identiques, tandis que, sur une surface raboteuse telle qu'un empierrement sur lequel le rouleau n'a passé qu'une fois, les mêmes sinus verses diffèrent à peu près comme les racines carrées des rayons. Sur un mauvais pavé et avec des roues de camions, l'écart des sinus verses devient plus considérable. La loi de Dupuit donne donc une approximation assez exacte pour qu'on puisse l'adopter.

M. de Mauni conclut aussi que la surface de contact doit être longue et étroite pour diminuer la résistance au roulement, longue pour diminuer le sinus verse, étroite pour frayer plus aisément entre les cailloux et les petits obstacles mobiles, pourvu que le tréfonds soit résistant. Allonger, sans l'élargir, la surface de contact, tel est l'objet premier des efforts à faire. La roue élastique seule peut y parvenir. L'élasticité que peut donner le bandage en caoutchouc plein est localisée. Avec un bandage en caoutchouc plein auquel on adjoint une tringle d'acier extérieure, on a une élasticité généralisée. Le premier est préférable pour des aspérités petites et moyennes, le second a l'avantage sur les pavés et chemins très rugueux. Mais le pneumatique a une élasticité à la fois locale et générale parce que le véhicule de cette élasticité est une masse d'air sous pression, dont les actions et réactions moléculaires se propagent instantanément et sans travail sensible. Le grave défaut du pneumatique est qu'il s'étale en largeur en même temps qu'en longueur. L'étalage en longueur diminue le tirage, mais l'étalage en largeur l'augmente. Aussi comprend-on pourquoi, lorsque la route est passable, le

Digitized by Google

coureur et même le touriste gonflent à fond, sauf à souffrir des cahots dès qu'un espace pavé se présente.

M. de Mauni a certainement, par son effort, déterminé mieux qu'auparavant les données du problème et, grâce à lui, les forces inventives qui abondent de toutes parts, pourront se concentrer dans la direction où elles peuvent se déployer utilement.

F. Chaudy.

---

**Dispositifs récents de dragues à grande puissance** (VII[e] Congrès international de navigation. Bruxelles 1898. Troisième section. Quatrième question). — Rapport de M. J. Massalski (1).

Les prix des dragages ayant considérablement diminué depuis quelques années, à la suite de la construction d'engins très puissants, les dragues sont employées, pour ainsi dire, dans tous les ports, pour leur entretien, leur approfondissement et le creusement de passes nouvelles.

La brochure de M. Massalski est tout à fait d'actualité.

L'auteur s'occupe, dans l'exposé, des données essentielles à connaître pour le choix du matériel de dragage à adopter, telles que la nature du terrain, sa situation et celle du lieu de dépôt.

Il passe ensuite à la construction des dragues, indiquant les améliorations apportées à la forme des coques, à la disposition des treuils de papillonnage, à la forme des tourteaux supérieur et inférieur, appuyant particulièrement sur l'utilité qu'il y a à donner à ce dernier un nombre de pans beaucoup plus grand que celui généralement adopté, à la forme et à la nature des matières employées pour les maillons, boulons et bagues de la chaine à godets, aux pompes à déblais, dont le rôle est si important dans les outils modernes.

M. Massalski parle ensuite du choix qu'il y a à faire entre la drague à godets et la drague aspiratrice, et conseille d'employer la dernière partout où cela est possible, le prix de revient étant de beaucoup inférieur à celui du travail de la première.

Une comparaison des prix des dragages exécutés à Bilbao par une drague à godets et par une drague à succion, qui sont respectivement de 1,17 et 0,299 pesetas, appuie cette préférence.

Les dragues à godets employées au port de Sfax, celles videuses de chalands par aspiration et refouleuses, les dragues marines refouleuses employées au canal de Kœnigsberg, celle de Heyst déchargeant ses puits par aspiration et refoulant les déblais, la drague aspiratrice du port de Huelva, celle destinée au service des Ponts et Chaussées, à Rouen, chargeant un chaland en 10 minutes et le déchargeant en 15 minutes, sont successivement passées en revue; des indications de prix de revient, de force en chevaux, de dépense de charbon, sont données pour plusieurs d'entre elles; différents croquis en indiquent les formes et les dimensions principales.

L'auteur termine sa brochure par l'exposé d'un mode ingénieux d'ap-

(1) Brochure in-8° de 24 pages avec 5 planches. — Bruxelles, J. Goemaere, 1898.

Digitized by Google

plication du salaire, avec primes à la production, mis en pratique par M. Belleville, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées au service des dragages du port de Bayonne.

L'ouvrage de M. Massalski est intéressant à consulter; les Ingénieurs, les constructeurs et les entrepreneurs y trouveront des données utiles.

La situation de l'auteur, représentant d'importants chantiers de construction, l'a mis à même de juger de la valeur des outils et des progrès apportés à la construction; ce titre suffit pour recommander sa brochure à l'attention des intéressés.

L. Coiseau.

---

**Les Mines de l'Afrique du Sud. — Transvaal. — Rhodésie,** etc., par Albert Bordeaux, Ingénieur Civil des Mines (1).

L'ouvrage que publie M. A. Bordeaux sur les *Mines de l'Afrique du Sud* est une mise à jour des notes de voyage et des observations recueillies par cet Ingénieur durant un séjour de trois années au Transvaal.

Les lecteurs de la *Revue universelle des Mines* et des *Annales des Mines* y retrouveront réunies en un seul volume les intéressantes études que l'auteur a fait paraître dans ces publications, en 1897, sur la géologie du Transvaal, ainsi que les descriptions qu'il a données du Rand et des districts miniers de Klertsdorp, de Kaap, de Lydenburg, ainsi que du vaste territoire de la Rodésia.

M. Bordeaux a complété les monographies de ces régions minières en y ajoutant des additions ayant trait aux champs aurifères du Marchison Range et aux gites diamantifères de Kimberley. Le lecteur trouvera, en outre, dans cet ouvrage, un exposé des méthodes d'exploitation et des procédés de traitement des minerais appliqués au Transvaal, ainsi qu'un résumé de la législation minière du Charterland.

Précédée de considérations économiques sur les réformes réclamées, depuis longtemps déjà, par les exploitants des mines du Transvaal en vue d'accroître la prospérité des entreprises qui réalisent des bénéfices et de permettre aux autres d'exploiter avantageusement des gisements qui ne seraient pas rémunérateurs dans les conditions actuelles, cette publication constitue un ensemble très complet et une analyse fidèle de l'état actuel de l'industrie des mines dans l'État du Transvaal, elle sera donc consultée avec fruit par les Ingénieurs qui veulent s'initier aux conditions de gisement, d'exploitation et de traitement des richesses de cette importante région minière, dont la production annuelle atteindra sans doute 500 millions de francs d'ici la fin du siècle, et elle sera lue avec profit par ceux, nombreux en France, qui s'intéressent au développement et à la prospérité des gites aurifères de la République Sud-Africaine.

H. Courior.

(1) Un volume grand in-8° de VIII-211 pages avec 8 planches. — Prix broché: 9 francs. — Paris, Veuve Ch. Dunod.

Digitized by Google

**Traité d'exploitation des mines de houille,** par M. Ch. Demanet, revu par M. A. Dufrane-Demanet (1).

L'industrie des mines est de celles qui modifient et rajeunissent continuellement leurs procédés, leurs méthodes et leurs règlements.

La première édition de l'excellent *Traité d'exploitation des mines de houille*, par M. Ch. Demanet, qui a eu les honneurs de la traduction en langue étrangère, datait de 1878: depuis lors, de grands progrès ont été apportés dans les exploitations houillères, il convenait d'en tenir compte, et c'est là la cause de la revision de cette édition et de sa mise à jour par M. A. Dufrane-Demanet.

Des développements importants et intéressants ont été donnés aux chapitres relatifs aux gisements, au sondage, au fonçage des puits, aux revêtements métalliques des galeries, à l'emploi des explosifs et à la perforation mécanique.

Le chapitre concernant la marche générale d'une exploitation a été remanié de façon à répondre à la préoccupation qu'ont les exploitants d'obtenir des productions intensives, quand le gisement est suffisamment riche pour les permettre.

Les transports souterrains ont été l'objet de notables additions; l'aérage et l'éclairage ont été mis en harmonie avec les théories modernes et avec les règlements propres aux mines à grisou.

Un dernier volume, encore sous presse, devra renfermer les chapitres concernant les méthodes d'exploitation, l'extraction, l'épuisement, la préparation mécanique et les services divers des exploitations houillères; nul doute qu'il ne complète très heureusement les deux premiers volumes déjà parus.

H. Courtot.

---

**Manuel d'électrochimie et d'électrométallurgie,** par M. H. Becker, ancien Directeur de l'Usine d'aluminium de Saint-Michel (2).

L'auteur s'est proposé de faire un manuel à la portée de tous ceux qui s'intéressent à l'électrochimie et à l'électrométallurgie. C'est pourquoi l'une des trois parties que comprend l'ouvrage est consacrée à des généralités sur les dynamos, la chimie, les piles, les accumulateurs, etc.

Les données pratiques recueillies par l'auteur sur les différentes dynamos employées en électrochimie, sont bien à leur place dans un manuel, et il est commode de trouver réunis une série de renseignements provenant des différents constructeurs.

Dans la seconde partie sont exposés les effets chimiques du courant et leurs applications à l'électrométallurgie, — dont le domaine est déjà très étendu, — et à la fabrication — encore naissante, mais qui semble devoir grandir très rapidement — des produits chimiques.

(1) Deux premiers volumes in-8° de 404 et 492 pages, avec 521 figures. — Prix relié : 36 francs. — Bruxelles, Société Belge d'édition, et à Paris, Baudry.

(2) Un volume de 522 pages avec 140 figures et 2 planches. — Prix cartonné : 11 francs. — Paris, J. Fritsch.

Digitized by Google

La troisième partie se rapporte à l'utilisation des effets thermiques du courant pour la fonte et la soudure des métaux et pour les divers traitements au four électrique.

Ces deux parties renferment une série de documents dont l'ensemble rendra des services à tous ceux qu'intéressent ces questions nouvelles. Mais pourquoi certains travaux sont-ils laissés de côté? Ce n'est pas sans étonnement que nous avons constaté l'absence de plusieurs noms, tels que celui de Becquerel, à propos de l'électrolyse par voie humide, et celui de M. Moissan dans les chapitres relatifs à l'électrothermie.

P. JANNETTAZ.

---

**Montage des machines marines,** par M. MORITZ (1).

Le montage d'une machine à vapeur puissante est toujours une opération délicate qui exige les plus grands soins, mais quand il s'agit d'une machine marine, les difficultés sont considérablement augmentées à cause de la nature des appuis sur lesquels elle repose, sans compter nombre d'autres complications, bien connues des constructeurs.

La charpente d'un navire, ne présente pas, en effet, l'exactitude presque mathématique d'un massif de fondation établi sur la terre ferme; d'autre part, la flèche qui se produit dans l'armature après le lancement, les dilatations dues aux variations de température, inégales dans les diverses parties du bâtiment, sont autant de causes qui peuvent donner lieu à des mécomptes sérieux, et, comme l'installation comprend un ou plusieurs arbres d'une grande longueur, soumis à des efforts considérables, la moindre erreur dans la ligne d'axe peut avoir les plus graves conséquences.

Aussi est-il indispensable de faire tout d'abord le montage de la machine à l'atelier, pour s'assurer que ses organes se présentent dans des conditions aussi parfaites que possible. Ce n'est qu'après cette vérification que l'on peut entreprendre le montage à bord en s'attachant à reproduire pour l'assiette de la machine, les conditions déjà réalisées à terre; on établira également, avec la plus grande exactitude, les axes des lignes d'arbres et l'alisage des supports par les procédés des fils et des voyants.

Mais, s'il est vrai qu'un homme averti en vaut deux, il ne suffit pas d'indiquer simplement au monteur les méthodes qu'il doit suivre, il faut lui faire connaître quelles sont les conséquences plus ou moins graves de telle ou telle défectuosité.

Ce sont ces méthodes et ces conséquences que M. Moritz expose avec beaucoup de clarté dans son ouvrage et nul doute que les intéressés y puiseront des renseignements pratiques qui leur assureront le succès dans ces opérations.

M. Moritz étudie successivement dans quatre chapitres le montage à l'atelier des machines horizontales, ou à peu près, puis celui des

(1) 1 vol. grand in-8°, de 111 pages, avec 94 figures et 2 planches. — Extrait du *Bulletin de l'Association technique maritime*, n° 8, session de 1897). — Prix broché : 5 francs. — Paris, Ed. Bernard et C^ie^, 1898.

Digitized by Google

machines dites à pilon, ensuite, le montage à bord et enfin, chose fort intéressante, la vérification à bord d'une machine déjà montée, sans être obligé de la transporter à l'atelier.

Un appendice est consacré à l'étude des appareils de vérification employés pendant le montage.

Le tout présenté avec beaucoup de sobriété, sous une forme essentiellement pratique, qui n'exclut pas quelques éléments théoriques qui révèlent un habile calculateur, constitue un ouvrage qui ne peut manquer d'intéresser les Ingénieurs appelés à monter des machines marines et... les autres aussi.

A. Lavezzari.

---

**Automobiles sur rail,** par M. G. Dumont (1).

Notre distingué vice-président, M. G. Dumont, débute dans cet ouvrage par faire ressortir l'intérêt de la question qu'il y traite et qui emprunte une grande partie de son importance à l'insuffisance notoire des tramways à chevaux pour une circulation un peu importante; dans les grandes villes, il est indispensable de recourir à la traction mécanique. Celle-ci doit remplir certaines conditions qui font l'objet d'un exposé critique, suivi d'un aperçu historique sur les diverses solutions proposées pour résoudre le problème et dont les premières remontent déjà assez loin.

L'auteur passe ensuite en revue avec détails les divers systèmes de traction.

1° Les systèmes à vapeur, voitures Rowan, Serpollet, et tramways à moteurs rotatifs, voiture Pinguely, systèmes à eau chaude de Francq et d'Honigmann.

2° Les tramways à air comprimé, systèmes Mekarski et Popp-Conti.

3° Les tramways à gaz, à pétrole et à essence, qui présentent des variétés presque infinies.

4° Les tramways à acide carbonique et à ammoniaque, qui, proposés à plusieurs reprises, ne paraissent pas avoir encore eu d'applications pratiques.

5° Les tramways funiculaires, qui ont une grande capacité de travail, mais dont l'emploi semble être réservé à certains cas spéciaux.

6° Les tramways électriques, qui se classent, suivant la manière dont le courant est amené aux véhicules de la source de production, en systèmes à conducteur aérien, à conducteur souterrain, à conducteur interrompu au niveau du sol, à accumulateurs, et enfin à conducteur aérien et à accumulateurs.

Tous ces systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients. La question des prix de la traction a une grande importance au point de vue du choix à faire entre les divers systèmes; or, il est très difficile d'avoir des renseignements exacts sur les prix de revient réels. M. Dumont a pensé que le mieux était de s'en rapporter à cet égard aux

(1) *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire* publiée sous la direction de M. Leauté. — Paris, Gauthier-Villars et fils et Masson et C^ie^, éditeurs.



Digitized by Google

chiffres donnés par notre Collègue, M. R. Godfernaux, dans son excellent ouvrage sur la traction mécanique des tramways, ouvrage dont nous avons rendu compte ici-même il y a environ un an.

Le livre dont nous nous occupons est accompagné de plusieurs annexes d'un certain intérêt; ce sont des programmes dressés par la Compagnie Générale des Omnibus pour des moteurs à vapeur et à gaz et d'autres pièces relatives à la même question.

Cet ouvrage très bien fait et contenant beaucoup de documents sous une forme très condensée sera entre les mains de toutes les personnes qui s'intéressent à la question des automobiles pour tramways et chemins de fer.

A. Mallet.

---

**Automobiles sur routes,** par M. L. Périssé (1).

Cet ouvrage, qui fait partie de la même collection que le précédent, traite, comme le titre l'indique, d'une question toute d'actualité. Il débute par un historique très développé commençant à Cugnot et allant jusqu'à l'époque actuelle; on y trouve des faits très intéressants; nous serions toutefois tenté de faire en passant un léger reproche à l'auteur, celui de s'en être rapporté trop facilement, dans une ou deux occasions, à des sources manquant d'autorité et d'avoir contribué par là à accréditer des légendes sans base sérieuse. Cela ne touche en rien, bien entendu, à la valeur de l'ouvrage.

La première partie du livre de M. Périssé traite des mécanismes des voitures automobiles, savoir : les moteurs, les transmissions et les mécanismes accessoires. Les moteurs sont la vapeur, l'air carburé et l'électricité. Cette partie est très développée, les divers systèmes sont décrits en détail avec l'aide souvent de figures. Les moteurs à pétrole occupent la plus grande place, car ce sont les plus répandus actuellement; on trouve dans cette partie un tableau très intéressant donnant la classification des moteurs de ce genre.

La seconde partie est consacrée à la description des véhicules divisés en : voitures de tourisme ou de promenade — véhicules pour le transport en commun des voyageurs, et véhicules pour le transport des marchandises, chacune de ces classes comprenant d'ailleurs des véhicules à vapeur, à air carburé ou électriques.

Cette partie est traitée également avec grand soin; les descriptions sont claires et accompagnées de figures lorsque c'est nécessaire.

L'auteur présente, sous forme de conclusions, un exposé des avantages et des inconvénients des divers systèmes et examine les cas où chacun d'eux peut trouver sa meilleure utilisation pratique.

Cet ouvrage est très bien fait, très complet et très documenté, il donne une idée parfaitement exacte de la situation et est appelé à rendre des services réels à ceux qui s'intéressent à cette question tout à fait à l'ordre du jour actuellement.

A. Mallet.

(1) Un volume petit in-8° de 207 pages. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Paris, Gauthier-Villars et fils, et G. Masson.

Digitized by Google

**Traité de Métallurgie du fer,** par M. Léon Gages, capitaine d'artillerie, ex-professeur à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie (1).

Ce remarquable ouvrage, qu'on ne saurait trop recommander aux ingénieurs qui s'occupent de métallurgie, n'a pas pour objet d'enseigner la pratique de la fabrication du fer, ni d'entrer dans le détail des opérations spéciales à chacune des usines qui s'y livrent; son but est de fixer les principes sur lesquels reposent les méthodes générales de travail actuellement en usage, et il rend compte de l'évolution qui s'est produite depuis que l'élaboration des métaux ferreux est devenue un art chimique ayant bénéficié largement des progrès de la science. Les théories, les descriptions de procédés, qu'on trouve dans cet ouvrage, sont donc marquées du plus grand caractère de généralité.

L'auteur, dans un grand esprit de méthode, suit une classification qui rend cet ouvrage très facile à consulter par les ingénieurs comme par les industriels.

Voici la division générale du tome I qui porte le titre *Élaboration des Métaux :*

*Notions préliminaires.* — Définition, historique, agents métallurgiques.
*Le haut fourneau.* — Fabrication de la fonte.
*Le four à Puddler.* — Fabrication des fers et aciers pudlés.
*Le procédé Bessemer.* — Fabrication des fers et aciers fondus (au convertisseur).
*Le procédé Martin Siemens.* — Fabrication des fers et aciers fondus (sur sole).
*Le procédé de cémentation.* — Aciers corroyés, aciers fondus au creuset.

On voit, en lisant cet ouvrage très documenté, que le savant écrivain s'est renseigné à bonne source, et s'il n'entre pas dans le détail des procédés spéciaux, il les connaît et les a étudiés à fond pour en tirer tout ce qu'ils contiennent de principes généraux. La lecture et l'étude doivent en être recommandées aux élèves ingénieurs des écoles, comme aussi aux praticiens; ils y trouveront de précieux renseignements à glaner. Je ne citerai que ceux qui ont trait aux ferro-manganèse, ferro-chrome, ferro-silicium et siliciures de fer; aux aciers spéciaux au chrome, nickel, etc.; l'étude théorique de la marche du Cubilot Rollet; la fabrication de l'acier par fusion électrique, etc.

Il nous reste à souhaiter que l'auteur complète cet ouvrage si intéressant par la publication du deuxième volume, qui traitera du *travail des métaux* et complètera ainsi son étude de la métallurgie des temps présents.

G. de Retz.

(1) Un volume grand in-8° de 404 pages avec 187 figures. — Prix broché : 40 francs les deux volumes. — Paris, J. Fritsch, rue Jacob.

Digitized by Google

**Paliers et accouplements hydrodynamométriques pour transmissions de mouvement,** par M. H. Bouron, Ingénieur à Nantes.

M. Bouron a récemment envoyé, sous ce titre, pour la bibliothèque de notre Société, une brochure autographiée renfermant la description de quelques appareils de son système.

Le principe de tous ces appareils consiste à transmettre la puissance à mesurer par l'intermédiaire de balances ou pesons hydrauliques constitués par un piston recevant l'impulsion motrice — celle d'un croisillon d'accouplement, par exemple, — et la transmettant par l'intermédiaire de cylindres remplis d'eau fixés, dans ce cas, au second croisillon de l'accouplement. On conçoit que si l'on fait communiquer l'eau de ces pesons avec un cylindre d'indicateur dont le tambour serait mû soit par la transmission même dont on veut mesurer le travail, soit par un mouvement d'horlogerie, cet indicateur tracera sur son papier le diagramme soit du travail, soit des impressions de la transmission.

L'application de ce principe a été souvent soit proposée, soit réalisée, en France et à l'étranger, sous la forme de dynamomètres de traction, de poussée ou de rotation, mais ce qui distingue les appareils de M. Bouron, c'est le soin avec lequel il les a étudiés dans tous leurs détails, et ainsi qu'il emploie comme obturateurs de ses pesons des membranes ou diaphragmes d'acier très flexibles, reposant sur une couche d'eau extrêmement mince, semblables à celles employées avec tant de succès dans tous les dynamomètres d'Emery. Ces membranes fonctionnent sans frottement, avec des déplacements extrêmement petits (un deux-centième de millimètre), et leur réglage peut s'opérer facilement au moyen d'un petit piston, également à membrane, que l'on déplace dans un petit cylindre en prolongement de celui de la membrane principale. Ce sont là des conditions essentielles à la précision des diagrammes; mais il faudrait, pour réaliser cette précision, que les indicateurs de ces pesons fussent eux-mêmes extrêmement précis, faciles à rectifier : on y arrive, entre autres moyens, en les construisant, comme l'a fait Emery, d'après ce même principe des membranes à déplacements infinitésimaux.

La plupart des appareils de M. Bouron ne sont qu'esquissés dans sa brochure; l'étude de l'application de leur principe à l'enregistrement de la poussée des hélices de navire sur les paliers de butée est seule traitée avec assez de détails pour apprécier toute l'ingéniosité de son inventeur; elle mérite d'être signalée à l'attention des Ingénieurs de la marine pour les services qu'elle leur rendrait dans l'étude de la marche continue des machines et de la résistance du navire.

G. Richard.

Digitized by Google

**La Dynamo**, modèle démontable en carton avec description, par Christophe VOLKERT (1).

Il ne s'agit pas, à vrai dire, d'un modèle démontable, mais de cinq planches, lavées en couleurs, et disposées de façon à bien montrer les détails d'une dynamo Siemens et Halske à courant continu.

Qu'on imagine une feuille de carton pliée en trois parties qui se rabattent les unes sur les autres, comme dans les glaces dites trois-faces. Sur le recto et le verso du feuillet gauche sont dessinées dos à dos les élévations I et II, et, sur le feuillet droit, les élévations III et IV; l'élévation V est sur le recto du feuillet central. Ces planches sont disposées de telle sorte qu'on peut apercevoir sur l'une les pièces qui n'y sont pas dessinées, mais qui figurent sur le feuillet du dessous; de plus, chaque élévation diffère surtout de la précédente par l'enlèvement d'un organe extérieur, de façon que l'on plonge progressivement, pour ainsi dire, dans l'intérieur de la dynamo : ainsi I représente la machine terminée, II la montre dépouillée du grillage en fils et de la cage des inducteurs, III la fait voir après enlèvement des touches du commutateur et de la poulie de commande. Les planches IV et V sont particulièrement originales, en ce sens que les organes compliqués y sont représentés par plusieurs cartons superposés; en les feuilletant ou les dépliant, on pénètre peu à peu dans la construction intime de ces organes : ainsi, sur la planche V, on distingue successivement les rainures longitudinales de l'induit, son noyau avec disques en tôle mince isolés par des feuilles de papier, puis l'arbre de l'induit avec ses clavettes et son mode de calage, enfin, après l'enlèvement de l'induit, les inducteurs dans leur cage octogonale, avec leurs bobines et leurs pièces polaires. L'examen de ces planches est d'ailleurs facilité par un texte explicatif.

Un historique très concis de la dynamo sert d'introduction à cet atlas, qui permet de se rendre compte rapidement des principaux détails. Il peut être avantageusement utilisé dans l'enseignement.

Au point de vue « ingénieur », il serait intéressant que les constructeurs établissent de semblables atlas, tout au moins pour leurs principaux types; et nous aimerions à voir les maisons françaises suivre l'exemple donné sur une machine Siemens et Halske.

R. SOREAU.

(1) Une brochure (format 240 × 350, de 30 pages, avec 44 figures intercalées dans le texte et 40 détails d'organes en couleurs). — Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

*Le Gérant, Secrétaire administratif,*
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 22866-12-98. — (Encre Lorilleux)

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# MÉMOIRES

ET

# COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

---

# BULLETIN

DE

NOVEMBRE 1898

---

**N° 11**

---

Sommaire des procès-verbaux contenus dans le bulletin de novembre 1898 :


1° *Carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux* (Sur la forme des), par M. F. Chaudy, et observations de MM. L. de Chasseloup-Laubat, R. Soreau, A. de Bovet, A. de Bruignac (Séance du 18 novembre), page 185;

2° *Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs de Boston* (Invitation faite à la Société, au sujet du) M. H. D. Woods, délégué de la Société (Séance du 4 novembre), page 177;

3° *Concours pour la création d'un coffre avec prise de courant universelle pour le ravitaillement des automobiles électriques* (Séance du 18 novembre), page 185;

4° *Congrès de navigation de Bruxelles* (Compte rendu du), par M. J. Fleury (Séance du 4 novembre), page 179;

5° *Congrès de l'unification des filetages* (Rapport sur le), par M. F. Kreutzberger (Séance du 18 novembre), page 195;

6° *Décès de Madame Léon Molinos* (Séance du 4 novembre), page 175;

7° *Décès* de MM. A. de Méritens, N. Raffard, L.-G.-J. Berger, E. Deligny, A.-E.-A. Lamarlé, A.-A. Mondollot, F. Pauwells, J.-M. Prudon, P. Sazerac (Séances des 4 et 18 novembre), pages 175 et 184;

8° *Décoration* (Séance du 18 novembre), page 185;




Digitized by Google

9° *Don de 36 f. fait à la Société par M. P. Boutain* (Séance du 4 novembre), page 176;

10° *École spéciale d'Architecture* (Ouverture de l'). Lettre de M. Emile Trélat (Séance du 4 novembre), page 177;

11° *Exposition internationale industrielle et minière à Coolgardie (Australie Occidentale) en mars 1899* (Séance du 4 novembre), page 176;

12° *Géologie appliquée* (Conférence sur la). Lettre de la Société Géologique de France (Séance du 4 novembre), page 176;

13° *Installation hydro-électrique au Mont-Dore* (Nouvelle), par M. A. Lavezzari et observations de M. A. Lencauchez (Séance du 4 novembre), page 177;

14° *Nominations :*

De M. Eugène Schneider, comme membre de la Commission supérieure de l'Exposition universelle de 1900 (Séance du 4 novembre), page 176;

De M. L. Périssé, comme membre des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux en 1900 (Séance du 4 novembre), page 176;

De M. A. de Madrid Davila, comme Président et de M. Serrat y Bonastre, comme Vice-Président de l'Association des Ingénieurs Industriels de Barcelone (Séance du 18 novembre), page 185;

15° *Ouvrages reçus et présentation d'ouvrages* (Séances des 4 et 18 novembre), page 167;

16° *Photographies des Membres de la Société* (Création d'un album de). Offre de M. Courret, photographe (Séance du 18 novembre), page 185;

17° *Pli cacheté remis à la Société le 22 novembre 1898, par M. R.-H. Brandon* (Séance du 4 novembre), page 176;

18° *Réception du Bureau et du Comité de la Société par M. le Ministre des Travaux Publics* (Séance du 18 novembre), page 185;

19° *Vapeur comme puissance motrice* (Emploi de la) (Voir *Bulletin* d'octobre, pages 47, 59, 62, 63). Lettre de M. A. Lencauchez et observations de MM. F. Barbier et A. Lencauchez (Séances des 4 et 18 novembre), pages 173 et 182;

Mémoires contenus dans le bulletin de novembre 1898 :

20° *Concours des voitures de place Automobiles organisé par l'Automobile-Club de France*, Paris, 1898. Rapport du Jury, par M. G. Forestier (Extrait du *Génie Civil*), page 199;

21° *Carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux* (Sur la forme des), par M. F. Chaudy, page 333;

22° *Congrès pour l'unification des filetages* (A propos du), par M. F. Kreutzberger, page 342;

Digitized by Google

23° *Chemins de fer construits en Italie de 1885 à 1897* (Les). par M. L. de Longraire, page 358;

24° *Notice nécrologique sur M. E. Deligny*, par M. L.-L. Vauthier, page 418;

25° *Notice nécrologique sur M. N. Raffard*, par M. E. Simon, page 421;

26° *Chroniques* nos 226 et 227, par M. A. Mallet, page 429;

27° *Comptes rendus*, — page 450;

28° *Bibliographie :*
*Les Compteurs d'électricité, de M. Ernest Coustet*, par M. X. Gosselin, page 464;

29° *Planche* n° 212.

Pendant le mois de novembre 1898, la Société a reçu :

38469 — De M. E. Barbet (M. de la S.). *Les appareils de distillation et de rectification. Étude comparative de leur consommation de vapeur et des résultats obtenus comme purification de l'alcool. Théorie de la rectification. Épuration des eaux-de-vie, tafias, genièvres, etc., par Emile Barbet* (grand in-8° de 204 p.). Paris, G. Masson, 1890.

38470 — Dito. *La rectification et les colonnes rectificatrices en distillerie, par E. Barbet* (in-8° de 206 p. avec 19 fig.). Paris, E. Bernard, 1895.

38471 — De M. G. Hardy (M. de la S.). *Autriche. Loi du 11 janvier 1897 relative à la protection des inventions (loi de brevets). Présenté par Paget, Moeller et Hardy* (in-8° de 42 p.). Vienne, R. v. Waldheim, 1898.

38472 — *Société de secours des Amis des sciences. Compte rendu du trente-huitième exercice. Séance publique annuelle tenue le 2 avril 1898 dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne* (in-8° de 252 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1898.

38473 — De M. A. Duroy de Bruignac (M. de la S.). *Calcul du travail des hélices et carènes. Recherche de principes et formules, par A. Duroy de Bruignac* (in-8° de 153 p.). Paris, H. Bécus, 1898.

38474 — De Mme Vve Ch. Dunod, éditeur. *Électricité. Première partie. Théorie et production, par Edouard Dacremont* (Bibliothèque du Conducteur de travaux publics) (in-16 de XI-494 p. avec 276 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

38475 — Dito. *Fumisterie. Chauffage et ventilation, par E. Aucamus.* (Bibliothèque du Conducteur de travaux publics) (in-16 de X-290 p. avec 213 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

38476 — Dito. *Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement. Etude théorique et pratique, par le baron de Mauni.* (Actualités scientifiques et industrielles) (in-18 de 138 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

38477 — Dito. *Les mines de l'Afrique du Sud : Transvaal, Rhodésie, etc., par Albert Bordeaux* (grand in-8° de VIII-211 p. avec 8 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

Digitized by Google

38478 — Dito. *Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur l'exploitation de l'or en Guyane. Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française, par M. E.-D. Levat* (Extrait des Annales des Mines, livraisons de mars, avril et mai 1898), avec une annexe donnant le texte des décrets qui régissent les placers dans la colonie (grand in-8° de 243 p. avec 6 pl.). Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898.

38479 — De M. Ch. Baudry (M. de la S.). *Chauffage des trains par la vapeur sur le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, par M. Mottet* (Extrait de la Revue générale des Chemins de fer et des tramways, numéro d'avril 1898) (in-4° de 12 p. avec 4 pl.). Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898.

38480 — Dito. *Locomotives compound à quatre essieux couplés et à quatre cylindres agissant sur le même essieu, de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, par M. Vallancien* (Extrait de la Revue générale des chemins de fer et des tramways, numéro de septembre 1898) (in-4° de 16 p. avec 4 pl.). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1898.

38481 — *Transactions of the North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders. Volume XIV. Fourteenth session, 1897-98* (grand in-8° de 260 p. avec 33 pl.). London, Newcastle-upon-Tyne, Andrew Reid and Company, 1898.

38482 — De M. P. Coulet. *Commentaire et explication pratique de la Loi concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail (Loi du 10 avril 1898), par Paul Coulet* (in-8° de 115 p.). Paris, A.Chevalier-Marescq et C^ie^, 1898.

38483 — *Ministère des Travaux publics. Direction des Routes, de la Navigation et des Mines. Division de la Navigation. Statistique de la*
et 38484 *navigation intérieure. Relevé général du tonnage des marchandises. Année 1897. Premier volume* (petit in-4° de 513 p. avec 1 carte). *Deuxième volume* (petit in-4° de 295 p. avec 1 carte). Paris, Imprimerie nationale, 1898.

38485 — *Guide et catalogue de l'Exposition d'architecture et de Travaux du Génie civil accompagnée d'une Exposition de petits moteurs, de machines auxiliaires, d'appareils et d'outils pour la petite industrie et les métiers, Prague, 1898. Edité par le Comité exécutif de l'Exposition. Arrangé et traduit par le professeur Antoine de Bionnens* (in-8° de 156 p. avec 1 pl.). Prague, Ed. Grégra., 1898.

38486 — De M. E. de Churruca. *Junta de Obras del Puerto de Bilbao. Memoria que manifiesta el estado y progreso de las obras de Mejora de la Ria de Bilbao y cuenta de ingresos y gastos durante el año económico de 1897 á 1898* (petit in-4° de 81 p. avec 3 pl. et 2 phot.). Bilbao, Juan E. Delmas, 1898.

38487 — De M. R. H. Thurston (M. de la S.). *Educational Problems. Electrical Engineering as a Profession, by R.-H. Thurston* (Reprinted from the N. Y. Evening Post. Sept, 10, 1898) (in-8° de 8 p.).

Digitized by Google

38488 — Dito. *Graphic Diagrams and Glyptic Models, by R. H. Thurston* (To be presented at the Niagara Falls meeting (June 1898) of the American Society of Mechanical Engineers, and forming part of vol. XIX of the Transactions) (in-8° de 37 p. avec 11 fig.).

38489 — De M. E. Pontzen. (M. de la S.). *Canaux. Construction et exploitation, par Ernest Pontzen* (Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France. Bulletin de juillet 1898) (in-8° de 12 p.). Paris, 19, rue Blanche, 1898.

38490 — *La Grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts, par une Société de savants et de gens de lettres. Tome XXIII. Mao-Moisson* (grand in-8° de 1199 p. à 2 col. avec 7 cartes). Paris, Société anonyme de la Grande Encyclopédie.

38491 — *Bulletin de l'Association Normande pour prévenir les accidents du travail. Année 1897. N° 18* (grand in-8° de 58 p.). Paris, au siège de la Société, 1897.

38492 — De MM. Berger-Levrault et C^ie^, éditeurs. *Rapport relatif à l'année 1897 remis au Gouvernement de la République Sud-Africaine, par l'Ingénieur des Mines de l'Etat. Traduit du hollandais. Nouvelle édition autorisée d'après le texte français de l'Imprimerie nationale de la République Sud-Africaine à Prétoria* (in-4° de 86 p.). Paris, Nancy, Berger-Levrault et C^ie^, 1898.

38493 — De M. H. Bouron. *Paliers et accouplements hydro-dynamométriques pour transmissions de mouvement, par H. Bouron* (in-4° de 11 p. avec 4 pl. autog.). Paris, A. Gentil.

38494 à 38497 — De M. L. Périssé (M. de la S.), de la part de la Société thermique Vaisse, Périssé et C^ie^. *Docimasie. Traité d'analyse des substances minérales, par M. L.-E. Rivot* (4 vol. grand in-8°). Paris, Dunod, 1861, 1862, 1864, 1866.

38498 et 38499 — Dito. *Traité de cristallographie géométrique et physique, par M. Ernest Mallard* (2 vol. in-8°) (Manque l'atlas du tome 1^er^). Paris, Dunod, 1879, 1884.

38500 — Dito. *A Treatise on the Stability of Ships, by Sir Edward J. Reed* (grand in-8° de 369 p. avec 225 fig. et 6 tables). London, Charles Griffin and Company, 1885.

38501 — *The Cornell University Registrer 1897-98* (petit in-8° de 340 p.). Ithaca. N. Y.

38502 — De M. L. March (M. de la S.). *Quelques exemples de distribution des salaires, par Lucien March* (Extrait du Journal de statistique de Paris, n^os^ de juin et de juillet 1898) (grand in-8° de 23 p.). Nancy, Berger-Levrault et C^ie^, 1898.

38503 — De MM. Georges Carré et C. Naud, éditeurs. *Torpilles et Torpilleurs, par H. Brillié* (Bibliothèque de la Revue générale des sciences) (in-8° de 204 p. avec 58 fig.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898.

Digitized by Google

38504 — De M. W. C. Ralston (M. de la S.). *Cost of Tunnelling at the Melones Mine, in Calaveras County, California, in 1898, with Comparison of Cost of Tunnelling at the Hogsbach Mine, in placer County, California, in 1888, by W. C. Ralston* (grand in-8° de 11 p.).

38505 et 38506 — De MM. Gauthier-Villars, éditeurs. *Statistique graphique des systèmes triangulés. I. Exposés théoriques, par T. Seyrig* (petit in-8° de 141 p. avec 31 pl.). — *II. Exemples d'application, par T. Seyrig* (petit in-8° de 148 p.). (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire). Paris, Gauthier-Villars, Masson et C^ie^, 1898.

38507 à 38511 — *Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tomes I à V. Années 1884 à 1888* (5 volumes grand in-8°). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1884 à 1888.

38512 — De M. le comte de Chambrun (M. de la S.). *Wagner à Carlsruhe. L'artiste du siècle, par le comte de Chambrun* (in-8° de 27 p. avec 4 phot.). Paris, Calmann Lévy, 1898.

38513 et 38514 — De MM. E. Bernard et C^ie^, éditeurs. *Procédés de forgeage dans l'industrie, par C. Codron. Deuxième partie. Deuxième volume* (in-8° de 424 p. avec atlas même format de 50 pl.) (Extraits des Bulletins technologiques de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, 1897-1898). Paris, E. Bernard et C^ie^, 1899,

38515 et 38516 — Du Ministère des Travaux publics. *École nationale des Ponts et Chaussées. Cours de Travaux maritimes, par le baron Quinette de Rochemont et Henry Desprez. 2^e^ Partie* (grand in-4° de 564 p. autog.). — *3^e^ Partie* (grand in-4° de 211 p. avec 9 pl. autog.). 1897, 1898.

38517 — De MM. Aulanier et C^ie^, éditeurs (M. de la S.). *La Construction moderne. Directeur, P. Planat. Table générale des matières, 1^re^ série, 1886-1895* (grand in-8° de 135 p.). Paris, Aulanier et C^ie^.

38518 — Du Ministère de Travaux publics. *Ministère des Travaux publics. Ports maritimes de la France. Tome VII. 1^re^ partie, de Banyuls à Carri-le-Rouet* (grand in-8° de 772 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1897.

38519 et 38520 — De M. Gauthier-Villars, éditeur. *Histoire de l'architecture, par Auguste Choisy. Tomes I et II* (2 volumes grand in-8° de 642 p. et de 800 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1899.

38521 — *Transactions of the Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland. Volume XLI. Fortyfirst session 1897-98* (in-8° de 427 p. avec 18 pl.). Glasgow, 1898.

38522 — De MM. E. Bernard et C^ie^, éditeurs. *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles, par Aimé Witz. Tome III* (grand in-8° de 600 p. avec 214 fig.). Paris, E. Bernard et C^ie^, 1899.

Digitized by Google

38523 — De M. L. Otto (M. de la S.). *Tables de réduction directe à l'horizontale des distances lues à la stadia sur une mire verticale, par L. Otto* (in-8° de 229 p.). Saint-Raphael, V. Chailan, 1898.

38524 — De l'Asociacion nacional de Ingenieros industriales. *Disposiciones oficiales referentes al impuesto especiale sobre el alcohol y al impuesto sobre los petroleos, aceites minerales, carburo de calcio, y el alumbrado per el gas y la electricitad (Publicadas per la Asociacion nacional de Ingenieros industriales)* (in-8° de 48 p.). Madrid, 1898.

38525 — De M. le comte de Chambrun (M. de la S.). *Le Musée social. Les lauréats du travail agricole, 20 octobre 1898* (in-4° de 71 p.). Paris, Calmann-Lévy, 1896.

38526 — D. M. F. Barbier (M. de la S.). *Expériences faites en service courant sur la locomotive compound à grande vitesse 2158 du chemin de fer du Nord, par F. Barbier* (Extrait de la Revue générale des chemins de fer et des tramways, nos de mars, juin et juillet 1898) (in-4° de 85 p. avec 11 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de mai 1898, sont :

Comme Membres sociétaires, MM. :

| | | |
|---|---|---|
| A. Aubert, | présenté par | MM. Cavelier de Mocomble, Guyenet, Lencauchez. |
| E.-J.-B. Bardolle, | — | Carel. Riché, Vigreux. |
| H. Blouin, | — | Dumont, Mesureur, Leprince. |
| A. Bonabeau, | — | Anquetin, Balme, Denis Poulot. |
| H. Bouchayer, | — | Bergès, Hillairet, Lavezzari. |
| E.-T. Cagniant, | — | Casevitz, Demmler, Michel. |
| A. Couroux, | — | Bail, Bouvard, Imbert. |
| L. Cuvillier, | — | Buquet, Guérin, Gallois. |
| J. Déjardin, | — | Brûlé, Coutelier, Fremont. |
| E. Delage, | — | Lippmann, Dumont, Guérin. |
| J. Desmarest, | — | de Banville, Lescasse, Roulleau. |
| G. Duprat, | — | A. Duprat, Festa, Spencer. |
| M.-P. François, | — | Audebert, Cornesse, Coureau. |
| A. Figueredo, | — | Badois, A. Belin, E. Belin. |
| L.-E. Gaumont, | — | Loreau, Carpentier, Parent. |
| P. Georgeon, | — | Brulé, Centner, Foucart. |
| L. Georgeot, | — | Jolibois, Loubat, Vicq. |
| A. Gillet, | — | Brault, Teisset. N. Vuillaume. |
| C. Howard, | — | Chapman, Powell, Vaslin. |
| W. Lachlan, | — | A. Duprat, Festa, Spencer. |
| J. Laforest, | — | Doat, de La Vallée Poussin, Vautelet. |
| G.-E.-J. Lefèvre-Albaret, | — | Loreau, Laussedat, Mesureur. |
| E. Lequin, | — | E. Lippmann, H.-L. Dumont, Guérin. |

Digitized by Google

| | | |
|---|---|---|
| A. MARCHAND, | présenté par MM. | Fouché, Riché, Rouquier. |
| E. MARCHANDIER, | — | Bertaux, Carez, Mariolle. |
| L. MASSON, | — | Laussedat, Trélat, Tresca, Aug. Moreau. |
| H. PONNIER, | — | Loreau, Esnault-Pelterie, Vincent. |
| J. PRAXEDES, | — | Badois, A. Belin, E. Belin. |
| H.-A. DE THERMEAU, | — | Loreau, Liébaut, G. Meyer. |
| L. DE SOLMS, | — | Beliard, de Chasseloup-Laubat, Coignet. |
| A. VANDERPOL, | | Léger, Desforges, Pozzy. |

Comme Membres associés MM. :

| | | |
|---|---|---|
| R. BARBET-MASSIN, | présenté par MM. | Loreau, Esnault-Pelterie, Dumont. |
| J.-E. Vicomte CHALANQUI-BEURET, | | de Chasseloup-Laubat, Delaperrière, Sosnovsky. |
| A. DREUX, | — | Buquet, Jordan, Lévi. |
| E. GILIARD, | — | Chardon, Lanseigne, Lavezzari. |
| A. PILLEAUD, | — | de Banville, Moineau, Rancelant. |
| A. PINGLÉ, | — | Loreau, Esnault-Pelterie, Dumont. |

Digitized by Google

# RÉSUMÉ

DES

# PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE NOVEMBRE 1898

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 4 NOVEMBRE 1898

PRÉSIDENCE. DE M. A LOREAU, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Au sujet du procès-verbal de la dernière séance, M. Lencauchez donne communication d'une note qu'il a rédigée pour compléter sa réponse aux lettres de MM. Bellens et Barbier :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» La lecture du procès-verbal de notre séance du 21 octobre écoulé » me conduit à ajouter quelques mots aux réponses que j'ai faites en » séance.

» 1° En ce qui concerne la lettre que vous a adressée M. Ch. Bellens, » je dois faire remarquer que ma chaudière d'essai de 1862-1863 pos- » sédait un sécheur de vapeur, qu'à cette époque, *j'avais appelé bien à* » *tort un surchauffeur*, c'était un appareil d'une grande précision que » feu M. Bandérali appelait un calorimètre industriel; son enveloppe » calorifuge, feutre et bois croisé, avec chemise en tôle vernie, ne » laissait pas perdre de calorique, puisque l'on pouvait mettre la main » sur l'enveloppe sans pouvoir sentir la moindre perte de chaleur. Cette » chaudière-calorimètre avait un effet utile de 76,70 0/0.

» Voici, du reste, comment le calorique était utilisé, perdu ou dis- » persé par cet appareil *(pl. 209, Bulletin de juin 1898)*.

| | |
|---|---|
| » 1° Utilisation en production de vapeur sèche surchauffée au maxi- » mum de 5° | 76,70 0/0 |
| » 2° Perte par la cheminée | 12,89 0/0 |
| » 3° Perte par escarbilles | 2,50 0/0 |
| » 4° Calorique dispersé par rayonnement et diverses causes | 7,01 0/0 |

Digitized by Google

» Dans la première boite à fumée, nous avions la fusion du plomb, » mais pas celle du zinc, et dans la seconde boite à fumée, nous n'avions » pas la fusion du plomb, mais nous avions celle de l'étain ; en suppo- » sant, avec M. Ch. Bellens, que nos déterminations de température par » fusion du zinc, du plomb et de l'étain, comme avec nos thermomètres » à mercure, eussent laissé à désirer (en 1863), un fait s'est bien dégagé » de nos essais et expériences; c'est qu'avec 28 0/0 de surface *de sur-* » *chauffeur*, nous avons séché la vapeur à +3° et 5° (voyez pl. 209, fig. 3 » et 4). Un robinet d'épreuve était placé sous la cloison divisant le sé- » cheur-surchauffeur en deux caissons, pour donner la surchauffe gra- » duelle et méthodique ; *ce robinet a toujours fourni de l'eau* de purge.

» Si nous avons évalué à 5 0/0 le crachement, c'est que nous avions » constaté une économie de 5 0/0 dans la dépense de la machine (1), » mais il est permis d'admettre que notre chaudière primait de 7, 11 ou » 15 0/0, puisque nous n'avons pas fait la détermination du crache- » ment. En tout cas, l'examen des figures 1 à 10 de la planche 209 (2) » fait voir que l'on est en présence d'un appareil parfait, véritable » calorimètre industriel, très coûteux d'établissement, mais n'ayant pra- » tiquement donné rien de bon au point de vue économique. Et moi » qui en suis l'auteur, je m'empresse de le faire savoir à tous nos Col- » lègues, afin de leur éviter la déception, qui fut la mienne en 1863 (3). » Je remarque que, dans sa lettre, M. Ch. Bellens ne donne aucun ré- » sultat et pas un seul chiffre : aux tableaux 2, page 1042 et 5, page 1050, » de mon mémoire, j'ai donné les chiffres des auteurs les plus autorisés » qui, en 1895, 1896 et 1897, n'ont pas été plus heureux que moi en 1863. » Si M. Ch. Bellens peut faire le cheval indiqué heure, avec une dé- » pense inférieure à 3300 calories (4), nous serions très heureux de le » savoir et il y a lieu d'être très étonné de ne trouver aucun chiffre de » consommation dans sa lettre du 18 octobre 1898.

» 2° Au sujet de la lettre de M. F.-L. Barbier, je dois faire remarquer en- » core une fois que, dans mon mémoire, je n'ai jamais dit que les machines » compound sont très mauvaises partout et pour tous les emplois ; car, » au contraire, le paragraphe 26 dudit mémoire, pages 1106 à 1109, in- » dique les cas où le compoundage peut recevoir de très heureuses appl- » cations sans toutefois que le nombre de ces cas soit aussi grand que » beaucoup de personnes sont, à première vue, disposées à le croire, par » suite de l'engouement général dont il est encore l'objet, du moins en » France. De même si les Anglais ont complètement abandonné **la vraie** » **compound à deux cylindres seulement pour les locomotives**, je n'ai » pas dit que les locomotives à quatre cylindres sont mauvaises pour les » très grandes puissances, au contraire ; j'ai fait remarquer qu'en An-

(1) Si, au repos, la purge de l'enveloppe de la machine donnait de la vapeur bien sèche, en marche, on constatait une forte condensation avec la détente au dixième, de la marche moyenne ordinaire.

(2) *Bulletin* de juin 1898 de la Société.

(3) De 1861 à 1862, feu Jules Petiet avait fait construire au chemin de fer du Nord 50 locomotives de trois types différents ayant des sécheurs semblables au mien, qui n'ont pas donné de meilleurs résultats.

(4) Même *Bulletin*, page 1050, tableau 5.

Digitized by Google

» gleterre, il y a aujourd'hui deux courants, l'un pour les machines à » quatre cylindres à simple expansion. à deux essieux libres, sans accou- » plement, et l'autre pour les machines à deux groupes Woolf, sur le » même essieu et avec accouplement; mais, dans un cas comme dans » l'autre, ces deux différents types de locomotives *ne sont pas compound;* » à mon humble avis, les Anglais ont raison et je crois l'avoir bien » démontré dans mon Mémoire.

» Dans sa lettre, M. Barbier déclare que le laminage d'étranglement » ou chute de pression, pour marche à puissance réduite, est un moyen » de bien sécher la vapeur, et que c'est une bonne chose : d'où il suit » que la chute de pression de 15 *kg* à 10 *kg* est très recommandable. Si » on poussait à l'extrême ce raisonnement, on dirait que pour bien » marcher à 15 *kg*, il faudrait timbrer les chaudières à 20, 25 ou 30 *kg*.

» Comme il me semble que le laminage fait perdre tout le travail » de la détente de 15 à 10 *kg* ou 8 *kg* (voyez le diagramme de la » page 1038); il ne saurait jamais être économique, loin de là : car si » on examine ce que ledit laminage peut donner, on voit ceci :

| | Pression en kilogr. | Température de la vapeur. | Chaleur latente d'un kilogr. de vapeur. | Chaleur totale d'un kilogr. de vapeur. |
|---|---|---|---|---|
| | 15 *kg* | 201° | 465 cal. | 668 cal. |
| | 10 | 184 | 480 | 662 |
| DIFFÉRENCE . . . | 5 *kg* | + 17° | — 15 cal. | + 6 cal. |

» Les 17° avec 15 0/0 de crachement donnent :

$$17 \text{ cal.} \times 0{,}15 = 2\ 1/2 \text{ cal.};$$

» La chaleur latente en absorbe 15, et la chaleur totale en met 6 en » liberté : la perte est donc de :

$$-15 \text{ cal.} + (2{,}1/2 \text{ cal.} + 6 \text{ cal.}) = -7{,}1/2 \text{ cal., sur } 668 \text{ cal.};$$

» Soit une perte d'un peu plus de 1 0/0 : ce qui prouve bien que le » laminage ne peut être un moyen de sécher la vapeur humide.

» Veuillez agréer, etc.

» A. LENCAUCHEZ. »

Le procès-verbal est ensuite adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le vif regret d'annoncer que notre ancien Président M. Molinos vient d'avoir la douleur de perdre sa femme, prématurément arrachée à l'affection de sa famille; il est certain d'être l'interprète de tous ses Collègues en adressant à M. Molinos l'expression de nos sentiments de condoléance et de profonde sympathie.

Un deuil tout particulièrement pénible vient de frapper la Société dans la personne de notre Collègue Auguste de Méritens, Membre de la Société depuis 1881, qui vient de mourir dans les circonstances pénibles que chacun sait.

Tout le monde connait les travaux de Méritens qui a fait réaliser de grands progrès à l'industrie des machines électriques. Nous ne pouvons qu'exprimer nos regrets de cette mort, d'autant plus inattendue que

Digitized by Google

de Méritens s'était depuis plusieurs années éloigné de nos réunions, et qu'aucun d'entre nous ne soupçonnait sa situation; si la Société en avait été informée, elle se serait fait un devoir de s'y intéresser, et aurait sans aucun doute pu éviter un pareil malheur.

Nous avons encore perdu un autre Collègue dont la carrière est également bien remplie : Raffard, Nicolas, Membre de la Société depuis 1879, lauréat de l'Académie des Sciences, Membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Membre honoraire de l'Institut égyptien; Membre du Comité technique des Machines à l'Exposition de 1889, Membre du Comité de la Société Internationale des Électriciens, Ingénieur de la maison Bréguet, décoré de plusieurs ordres.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer que M. Eugène Schneider a été nommé Membre de la Commission supérieure de l'Exposition Universelle de 1900.

M. L. Périssé a été nommé Membre des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux en 1900.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance.

M. le Président signale avec plaisir un don de 36 *f* fait par notre Collègue M. P. Boutain, avec affectation au fonds de secours.

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'il a reçu du Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Postes et des Télégraphes une lettre l'informant qu'une Exposition internationale industrielle et minière aura lieu à Coolgardie au mois de mars 1899, sous le patronage du gouvernement de la colonie de l'Australie occidentale.

Ceux de nos Collègues que cette question intéresse trouveront des renseignements plus complets au Secrétariat de la Société.

M. LE PRÉSIDENT fait part qu'un pli cacheté a été remis à la Société, le 22 octobre 1898, par M. R.-H. Brandon. Ce pli sera, suivant l'usage, conservé aux archives.

La Société Géologique de France vient d'adresser également à notre Président la lettre suivante dont il est donné lecture :

« 2 novembre 1898.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai l'honneur de vous informer que le Conseil de la *Société Géologique de France* a décidé que, dans une des deux séances que cette » Société tient chaque mois, il serait traité, en conférence, une question de géologie susceptible d'application.

» Je vous prie de vouloir bien porter cette décision à la connaissance » des Membres de la Société des Ingénieurs Civils en les prévenant » qu'ils seront admis à assister à ces conférences, sur la présentation » de leur carte de membre de la Société des Ingénieurs Civils.

» La première conférence aura lieu le lundi 21 novembre, à 8 heures » et demie du soir, au siège de la Société Géologique, 7, rue des Grands-» Augustins. M. Gosselet, correspondant de l'Institut, doyen de la » Faculté des Sciences de Lille, y traitera le sujet suivant : *Alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France.*

Digitized by Google

» Le programme des autres conférences n'est pas encore définitivement arrêté; j'aurai l'honneur de vous informer des jours, des heures » et des sujets de ces conférences, lorsque le Conseil de la Société Géologique se sera décidé.

» Veuillez agréer, etc.

» J. BERGERON,

» *Président de la Société Géologique de France,*

» *Membre de la Société des Ingénieurs Civils.* »

M. LE PRÉSIDENT se fait un plaisir de transmettre cet avis à ses Collègues, dont quelques-uns suivront certainement avec intérêt les séances auxquelles nous sommes invités; il remercie en leur nom le Président de la Société Géologique de France et son Comité de leur aimable invitation.

La Société des Ingénieurs de Boston, qui va fêter son cinquantenaire, nous a invités, par l'intermédiaire de son Président, M. Carson, à nous faire représenter à cette solennité qui doit avoir lieu le 11 novembre prochain.

M. H. D. Woods, Membre correspondant de la Société, à Boston, a été délégué à cet effet.

Enfin notre ancien Président, M. Émile Trélat, Directeur de l'École spéciale d'Architecture, nous fait part de l'ouverture de cette école, le 12 novembre prochain, et invite notre Président à assister à cette réunion.

La parole est à M. A. Lavezzari pour sa communication sur *une nouvelle installation hydroélectrique au Mont-Dore.*

M. A. LAVEZZARI expose d'abord la situation du lac de Guéry qui sert de réservoir pour l'alimentation de l'usine qui va être décrite. Ce lac se trouve sur la route de Clermont-Ferrand au Mont-Dore, à 10 *km* de cette ville d'eaux; à la cote 1250, il est alimenté par un bassin de plus de 1 000 *ha* de superficie, sur lequel tombe une couche d'eau annuelle de 1,50 *m* mesurée au pluviomètre : aussi déverse-t-il des quantités d'eau considérables dans le ruisseau de l'Enfer qui lui sert de déversoir.

La retenue est constituée par un mur de barrage qui a relevé le niveau du lac de 5 *m* en lui donnant une superficie de 26 *ha*.

L'usine est située sur la Dordogne et sa prise d'eau est juste en face du confluent du ruisseau de l'Enfer avec cette rivière.

La canalisation, en tôle d'acier de 4 *mm* d'épaisseur pour un diamètre de 0,60 *m*, a une longueur de 860 *m*, qui permet d'obtenir une chute totale de 40 *m*.

On dispose donc d'une force de 250 *ch* environ. La conduite longe la rive gauche de la Dordogne, emprunte, sur une longueur de 240 *m*, le talus du chemin de fer pour traverser la Dordogne au moyen d'un aqueduc de 16 *m* d'ouverture, placé à 4 *m* au-dessus du niveau de l'eau, et soutenu par une charpente en forme de ferme.

Il arrive enfin à l'usine, où trois raccords conduisent l'eau à trois turbines directement accouplées à trois dynamos.

Celles-ci fournissent un courant continu à la tension de 550 volts, qui

Digitized by Google

est conduit jusqu'au Mont-Dore par une double canalisation de 3 400 *m* de longueur établie sur les hauteurs du plateau du Rigolet.

Au Mont-Dore le courant est reçu par des compensatrices qui distribuent le courant en quatre ponts à la tension de 115 volts.

M. Lavezzari donne des détails sur chacune des parties de cette installation; pour la prise d'eau, il indique les moyens employés pour arrêter ou rejeter les corps flottants ou non entrainés par le cours d'eau; pour la conduite, il décrit les travaux de pose, notamment le lancement de l'aqueduc effectué par six hommes, avec des moyens très restreints, en seize heures, malgré une pluie continuelle; il explique que les tuyaux ne sont en aucun point scellés à leurs supports, mais simplement posés pour assurer la libre dilatation.

Il donne ensuite quelques détails sur la construction des turbines *hydropneumatisées* et sur les dynamos à compoundage ascendant.

Enfin il termine en donnant quelques chiffres relatifs aux travaux:

L'ensemble de l'installation a coûté 150 000 *f* avec lesquels on a créé une usine et un transport de force de 240 *ch*.

La durée totale des travaux a été de 120 jours, sur lesquels il y a eu plus de 80 jours de pluie ou de neige. L'installation, terminée le 29 juin au matin, a commencé son service le soir même et ne l'a plus interrompu depuis.

C'est un résultat qui fait le plus grand honneur aux constructeurs qui sont, pour la conduite, la maison Bouchayer et Viallet, de Grenoble; pour les turbines, MM. Brenier, Neyret et C^ie^, également de Grenoble, et pour la partie électrique, MM. Hillairet-Huguet.

Au cours de sa description, M. Lavezzari remercie les Ingénieurs des Ponts et Chaussées, auprès desquels il a trouvé le plus bienveillant concours pour la solution de difficultés suscitées par l'Administration locale; il rend aussi hommage à la persévérance d'un petit groupe de propriétaires du Mont-Dore qui, pendant six ans, ont lutté contre la mauvaise volonté la plus obstinée, pour doter leur pays des avantages que doivent procurer les progrès réalisés par les industries électriques.

Enfin, il espère que les renseignements qu'il vient de fournir et qui touchent aux problèmes les plus divers qu'une installation de ce genre peut présenter, seront utiles à ses Collègues dans des cas semblables.

Cette communication est accompagnée d'un certain nombre de dessins et de projections qui aident à comprendre les explications que donne l'auteur.

M. le Président remercie M. Lavezzari de sa communication qu'il a exposée avec beaucoup de détails, et le félicite des résultats qu'il a obtenus; il lui fait aussi compliment d'avoir décidé à entrer dans la Société ceux de ses entrepreneurs qui n'en faisaient pas encore partie.

M. Lencauchez demande si l'usine fait un service d'hiver et si l'on ne craint pas la gelée surtout dans ce pays où les froids de vingt degrés au-dessous de zéro sont assez fréquents.

M. Lavezzari répond qu'il n'y aura en hiver qu'un service intermittent, dont le but est surtout de ne pas laisser les machines trop longtemps inactives; en ce qui concerne la gelée, on a disposé, sur la plaque

Digitized by Google

de fond de la conduite à son extrémité inférieure, un robinet de 6 *cm* de diamètre qui restera ouvert de manière à assurer un courant suffisant pour empêcher la congélation.

D'ailleurs les très grands froids ne sont pas aussi sensibles qu'on pourrait le supposer à cause de l'épaisse couche de neige qui recouvre la conduite et la protège contre l'action atmosphérique.

En tout cas, dans les installations semblables établies dans les Alpes depuis un certain nombre d'années, cette précaution a toujours été suffisante.

La parole est à M. J. Fleury pour son compte rendu du *Congrès de navigation de Bruxelles*, dont nous donnons ici un résumé.

M. J. Fleury rappelle l'origine des Congrès de navigation; le premier fut institué à Bruxelles par l'initiative des défenseurs d'un projet de Bruxelles port de mer. Ce fut l'origine des Congrès de navigation intérieure, pendant qu'en France s'organisait un Congrès des travaux maritimes. Ces deux institutions fusionnèrent à La Haye en 1894, pour donner le jour au Congrès de navigation qui comprend maintenant deux sections consacrées aux travaux de navigation intérieure et deux sections consacrées aux travaux maritimes; une cinquième section dite section économique, traite des questions de tarifs, taxe, péage, etc.

La question de la concurrence entre Chemins de fer et canaux, qui avait donné lieu à de vifs débats en 1892, à Paris, n'a pas été traitée cette année à Bruxelles, mais elle ne pourra manquer d'apparaître dans un prochain Congrès.

Les progrès réalisés dans les transports par voie ferrée n'ont pas eu leur équivalent dans les transports par eau qui sont restés, en France comme ailleurs, sous l'effet de la loi de 1894; cette loi assigne aux écluses des profondeurs, des largeurs et des dimensions aujourd'hui fort insuffisantes.

Pour augmenter la profondeur, deux solutions se présentent : ou relever le plan d'eau, ou approfondir le canal. M. Roloff, en Allemagne, a indiqué les moyens par lesquels il avait relevé de 0,40 *m* le niveau de la Sprée. M. Fendius a donné également quelques solutions adoptées en Belgique. Enfin M. Pavie a décrit les procédés par lesquels il avait relevé de 0,60 *m* les barrages de l'Yonne et de la Haute-Seine. En somme, on n'a pu conclure à une règle générale.

Seul, M. Marten, Ingénieur de la Severn, a recommandé le creusement par dragues, qui a si bien réussi dans différents cas dans la Grande-Bretagne.

Cette question conduit tout naturellement, quelle que soit la solution adoptée, à l'étude de la consolidation du radier; M. Fendius indique la méthode qu'il a employée dans les environs de Liège et qui consiste à chasser du ciment sous les radiers actuels, à l'aide d'une sorte de trompe. M. Pavie a refait complètement les radiers par petites sections isolées au moyen de batardeaux, pour ne pas entraver la navigation.

On s'est occupé de l'utilisation des chutes aux barrages à la production de l'électricité; M. Fleury ne croit pas qu'on puisse encore en tirer un grand parti, il est difficile, en effet, de leur demander une régula-

Digitized by Google

rité suffisante pour assurer un service quelconque, ainsi que l'a démontré M. Hirsch.

En ce qui concerne la résistance au mouvement des bateaux, les résultats apportés avec chiffres à l'appui par M. Flamm, qui a fait des expériences sur les canaux allemands, et par M. Suppan, surintendant de la Grande Compagnie de navigation du Danube, semblent prouver que la longueur du bateau a une influence réelle sur cette résistance, contrairement aux conclusions des travaux de M. de Mas, que M. Fleury avait exposés à la Société il y a quelques années.

Dans la deuxième section, on s'est occupé de la traction mécanique sur les canaux. Ces procédés ont déjà été étudiés ici, notamment la traction électrique imaginée par M. de Bovet. Malheureusement cette question, si séduisante à première vue, semble perdre beaucoup de sa valeur économique, quand on la met en pratique. M. Maurice Lévy nous a montré le procédé, si séduisant en apparence, de la traction funiculaire qui n'a pu être appliqué parce qu'on n'a pu empêcher le vrillage du câble.

M. Grœhe, Ingénieur allemand, nous a proposé à ce sujet une solution élégante qui consisterait à employer un câble de section carrée. Ce câble donne, paraît-il, d'heureux résultats sur le canal de Dortmund à l'Elms sur une longueur de 30 *km*.

Quant à la solution électrique de M. de Bovet, si elle se présente avec certaines chances de succès, elle offre incontestablement l'inconvénient de confier des appareils relativement délicats à des bateliers peu aptes à ce genre de travail.

M. Deromme, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, lui a opposé la traction par chevaux, organisée avec beaucoup de méthode et d'économie entre Paris, Saint-Quentin et la frontière belge; il semble, en effet, difficile de descendre au-dessous des prix qu'il a indiqués.

On a également parlé des portes d'écluses à un seul vantail qui présentent une grande facilité de manœuvre.

Les pertes d'eau par imbibition, si importantes dans les canaux, ont donné lieu à des débats intéressants. Les mêmes solutions sont toujours offertes : colmatages, corrois, bétonnages, tous procédés très coûteux et peu efficaces. Et cependant les procédés usuels d'alimentation, les barrages, les réservoirs et l'élévation mécanique des eaux des biefs inférieurs constituent des moyens onéreux, qui ne sont pas toujours exempts de dangers.

Dans les sections maritimes on a parlé des estuaires et des ports.

La question des estuaires, qui a donné lieu à d'importantes discussions au sein de notre Société, est des plus complexes et n'admet pas de règle générale : on peut dire que chaque cas particulier entraîne sa solution spéciale. Le congrès de Bruxelles aura eu le mérite d'ouvrir sur ce sujet une vaste enquête, et d'établir un formulaire uniforme des éléments à recueillir; on peut espérer que le prochain congrès apportera les réponses et qu'il sera dès lors possible d'établir quelques principes généraux.

Un autre problème moins confus, mais aussi difficile, est celui de la conservation des berges; il résulte de la discussion qui a eu lieu sur ce sujet qu'en somme aucun canal n'est bien protégé, et il n'y a rien de surprenant à cela quand on songe que la section immergée des bateaux

Digitized by Google

qui les parcourent atteint souvent le tiers de la section du canal; on comprend dès lors aisément la puissance du déplacement de l'eau qui s'effectue au passage des bateaux dans de telles conditions. La seule solution efficace, mais forcément coûteuse, est l'élargissement des canaux partout où le prix du terrain le permet.

M. Fleury présente quelques projections à l'appui de cette thèse.

Les dernières questions qui ont encore été traitées au congrès sont celles des entrepôts et hangars. Cette solution est aussi très complexe et comporte moins que toute autre, une solution générale. La hauteur ou l'étendue des magasins dépendent du terrain dont on dispose et de son prix.

Les ports francs et la liberté de l'industrie navale ont été aussi examinés. Hambourg est un exemple très intéressant de port franc où l'absence de douanes a considérablememt contribué à développer le trafic. En particulier, M. Fleury attribue à l'exemption des droits de douane et au libéralisme de la réglementation le développement de la marine de commerce allemande.

L'unification des taxes fiscales, des taxes de navigation et surtout des taxes de jaugeage ont été également examinées.

L'unification de jaugeage des bateaux de navigation fluviale n'avait pas encore pu se faire. Elle a été réalisée en 1897, elle existe depuis 1872 pour la navigation maritime; l'unité adoptée, la tonne, est de 2,800 $m^3$ ou cent pieds cubes anglais du volume géométrique de la capacité du navire.

M. Fleury fait ensuite passer sous les yeux de l'Assemblée un grand nombre de projections d'appareils, d'installations et de ports qui ont été visités par les congressistes et sur lesquels il donne des renseignements nombreux.

Il rappelle que les importants travaux d'Anvers ont été faits par nos Collègues et Compatriotes MM. Hersent et Couvreux, et ceux du port de Bruges par M. Coiseau, en collaboration avec un ingénieur belge, M. Cousin.

Au sujet de ce dernier port, M. Fleury expose la différence qui doit exister dans l'aménagement des ports, suivant qu'ils servent pour ainsi dire de points terminus aux longs voyages ou de points de passage à court séjour pour prendre et laisser des quantités relativement faibles de marchandises; ce qu'on appelle la cueillette.

M. Fleury termine en signalant les services que peuvent rendre de pareils congrès qui resserrent les liens de sympathie entre les ingénieurs des différentes nationalités. Il exprime sa reconnaissance et celle de ses Collègues pour l'accueil si amical qui leur a été fait en Belgique. Il remercie tout particulièrement le Président du Congrès, l'éminent M. Helleputte, et son dévoué et sympathique Secrétaire général, M. Dufourny.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. J. Fleury, qui a fait avec son charme habituel un exposé très complet et très instructif du Congrès de Bruxelles.

Il propose en raison de l'heure avancée de remettre à la séance suivante la communication de M. Chaudy.



Digitized by Google

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. A. Aubert, E.-J.-B. Bardolle, E.-T. Cagniant, M.-P. François, L.-E. Gaumont, L. Georgeot, G.-Et.-J. Lefebvre-Albaret, Ed. Lequin, H. Ponnier, H.-A. de Thermeau, A. Vanderpol comme membres sociétaires et de MM. R. Barbet-Massin et A. Pinglé comme membres associés.

MM. H. Blouin, A. Bonabeau, H. Bouchayer, A. Couroux, L. Cuvillier, J. Déjardin, E. Delage, J. Desmarest, G. Duprat, A. Figueredo, P. Georgeon, A. Gillet, C. Howard, W. Lachland, J. Laforest, A. Marchand, E. Marchandier, L. Masson, J. Praxedes, L. de Solms sont reçus membres sociétaires et MM. le vicomte J.-E. Chalanqui-Beuret, A. Dreux, E. Giliard, A. Pilleaud membres associés.

**La séance est levée à 11 heures un quart.**

*Le Sécrétaire,*
A. Lavezzari.

---

# PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1898

Présidence de M. A. Loreau, Président.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

M. F. Barbier demande la parole pour présenter quelques observations à la note lue par M. A. Lencauchez dans la dernière séance et dont une partie répond à une lettre qu'il avait lui-même adressée à M. le Président.

M. A. Lencauchez fait, dans cette note, une comparaison entre les machines compound à quatre cylindres et les machines anglaises également à quatre cylindres à simple expansion ou du type Woolf; tout en notant que cette préférence n'est pas partagée par la majorité des Ingénieurs des chemins de fer français, M. Barbier fait remarquer qu'il n'avait, dans sa lettre, fait aucune comparaison entre ces divers types de machines et que, par conséquent, la réponse de M. Lencauchez était inopportune sur ce point.

M. F. Barbier, en second lieu, dit que notre Collègue a mal interprété sa pensée, lorsqu'il lui fait écrire : « que le laminage d'étranglement ou chute de pression, pour marche à puissance réduite, est un moyen de bien sécher la vapeur et que c'est une bonne chose : d'où il suit que la chute de pression de 15 *kg* à 10 *kg* est très recommandable. » Or, il s'est exprimé de la façon suivante : « Il n'est pas absolument démontré, ainsi que l'a avancé notre Collègue, que la marche avec régulateur étranglé — dans des limites raisonnables, bien entendu — soit antiéconomique. » Et il citait, à l'appui de cette assertion, des résultats d'expériences faites au chemin de fer du Nord, sur une locomotive com-

Digitized by Google

pound à grande vitesse. Il en ressortait que, à *égalité de travail développé* par une locomotive, il était plus avantageux de faire usage d'un étranglement modéré au régulateur, concurremment avec des admissions plus prolongées dans les cylindres, plutôt que d'ouvrir le régulateur en grand, tout en réduisant le degré d'introduction.

M. F. Barbier n'a pas dit non plus que la chute de pression de 15 à 10 *kg* était recommandable : il n'a fixé aucun chiffre au sujet de cette perte de charge. En pratique, on n'arrive jamais à produire une telle différence de pression entre la chaudière et la boîte à vapeur. Ainsi, en supposant, pour une locomotive compound à grande vitesse du Nord, le régulateur ouvert aux 3/5 de sa course angulaire sur le secteur — ce qu'il considère comme une position moyenne rationnelle lorsqu'il s'agit de remorquer les trains rapides de la Compagnie du Nord — la chute de pression n'atteint, dans ces conditions, que 1 *kg* à la vitesse de 70 *km* et 2 *kg* à celle de 100 *km*. Il y a donc loin des 5 *kg* hypothétiques de la note de M. Lencauchez.

Parmi les avantages qui sont attachés à l'étranglement modéré du régulateur et que M. F. Barbier a rappelés dans sa lettre précédente, il en est un qui a été critiqué par notre Collègue : c'est celui du séchage partiel de la vapeur. Cependant, les mécaniciens savent que lorsqu'ils ouvrent le régulateur en grand, particulièrement aux vitesses élevées, les entraînements d'eau sont plus considérables; il en résulte aussi, de ce fait, une perte du calorique emporté par l'eau vésiculaire qui se rend, pour la plus grande partie, dans l'échappement, après avoir traversé les cylindres sans produire aucun travail utile. Au contraire, si l'on réduit un peu la section d'ouverture du régulateur, la proportion d'eau entraînée est moindre et la vapeur est relativement plus sèche. C'est également ce qu'enseigne la théorie.

M. F. Barbier rappelle, en terminant, que, dans les expériences auxquelles il a fait allusion, la dépense de vapeur, par cheval utile, a été trouvée plus faible lorsque, par exemple, le régulateur était ouvert aux 3/5, relativement à la consommation spécifique correspondant à l'ouverture en grand. Ce résultat économique a été également corroboré par la comparaison, dans l'une et dans l'autre hypothèse, de l'aire totalisée des deux diagrammes de haute et de basse pression, à l'aire théorique. Ce rapport, qui peut aussi être regardé comme un criterium de la bonne utilisation de la vapeur, a toujours été plus élevé dans le cas du régulateur modérément ouvert, concurremment avec une augmentation du degré d'admission. C'est, d'ailleurs, ce dernier mode de marche qu'adoptent intuitivement presque tous les mécaniciens de la Compagnie du Nord qui sont appelés à conduire des locomotives compound à grande vitesse. Ces agents sont les premiers intéressés à réaliser des économies de combustible, pour lesquelles il leur est alloué des primes.

M. F. Barbier espère que ces indications seront suffisantes pour montrer à M. Lencauchez que l'opinion qu'il a émise est basée sur la constatation de résultats expérimentaux, dont il sera, d'ailleurs, loisible à notre Collègue de prendre connaissance en détail, les expériences dont il s'agit ayant été publiées, il y a peu de temps, dans la *Revue des chemins de fer*.

Digitized by Google

M. A. Lencauchez, en réponse à M. Barbier, dit qu'il regrette l'insistance qui est mise à reparler de son Mémoire; car, dans ce Mémoire, on trouve tout ce qui peut être dit, pour et contre le compoundage, avec la plus grande impartialité.

En ce qui concerne le laminage (perte de charge ou de pression), M. Lencauchez croit avoir bien démontré qu'il ne peut être un moyen de sécher la vapeur humide; loin de là. Mais que ce laminage, antiéconomique, peut diminuer le crachement (primage) des chaudières, qui manquent *de surface de plan d'eau d'évaporation* et qui manquent de hauteur de dôme de prise de vapeur, ou de volume, ou encore quand ce dôme est mal placé : alors l'artifice du laminage diminue les entraînements d'eau; *mais cet artifice est inutile avec les chaudières qui ne crachent pas.*

D'un autre côté, M. Lencauchez fait remarquer, pour une seconde fois que, si une machine peut produire 800 *ch* à 15 *kg* de pression et à grande détente, force est bien de faire tomber la pression de 15 à 10 et même à 8 *kg*, pour marcher à grande introduction quand on n'a qu'à lui demander 350 *ch* et que, *dans ce cas, la marche à 8* kg *d'une puissante machine n'est pas beaucoup plus mauvaise que celle d'une machine dont la chaudière ne serait timbrée qu'à 10* kg, *mais ayant de plus petits cylindres moteurs.*

M. le Président déclare que mention sera faite de ces observations au procès-verbal et que le débat de cette question est définitivement clos.

Le procès-verbal de la précédente séance est ensuite adopté.

M. le Président a le regret d'annoncer le décès de plusieurs Collègues :

M. L.-G.-J. Berger, Membre de la Société depuis 1864, filateur et constructeur de machines, maire de Vieux-Thann;

M. E. Deligny, Membre de la Société depuis 1848, donateur et ancien Membre du Comité. M. L. Vauthier a écrit, sur ce regretté Collègue, une notice nécrologique que l'on trouvera au Bulletin;

M. A.-E.-A. Lamarle, Membre de la Société depuis 1897, ancien capitaine du génie, ancien sous-préfet de la Défense nationale, directeur de la Compagnie des eaux minérales de la Bourboule;

M. A.-A. Mondollot, Membre de la Société depuis 1878, Ingénieur, constructeur d'appareils pour la fabrication des eaux gazeuses;

M. F. Pauwells, Membre de la Société depuis 1884, Ingénieur civil, expert-juré près le Conseil de préfecture de la Seine;

M. J.-M. Prudon, Membre de la Société depuis 1865, administrateur-directeur des ateliers de construction de la Société anonyme des ponts et travaux en fer à Montataire;

M. P. Sazerac, Membre de la Société depuis 1880, Ingénieur-gérant de la Société des produits céramiques de Roumazières et de la Rochefoucauld, membre de la Chambre de commerce d'Angoulême, membre du Conseil du réseau des chemins de fer de l'État.

On trouvera également au Bulletin une notice nécrologique de M. Edouard Simon sur Nicolas-Jules Raffard, dont le décès a été annoncé dans la dernière séance.

Digitized by Google

M. LE PRÉSIDENT est heureux d'annoncer que notre Collègue, M. L. Chevallier, a été nommé officier de l'ordre de l'Osmanié.

D'autre part, nous sommes avisés que M. A. de Madrid-Davila a été nommé Président de l'Association des Ingénieurs industriels de Barcelone, et M. Serrat y Bonastre, Vice-Président de cette Société. Nous ne pouvons que nous féliciter de voir ces importantes fonctions occupées par nos Collègues auxquels M. le Président adresse ses compliments.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance et dont la liste, qui comprend des travaux fort intéressants, figurera au procès-verbal.

M. LE PRÉSIDENT donne connaissance d'une lettre par laquelle le Président du Syndicat Professionnel des Industries Électriques l'informe qu'une Commission constituée par ce Syndicat, l'Association Amicale des Ingénieurs Électriciens, l'Automobile-Club et le Syndicat des Usines d'Électricité, met au concours un coffre avec prise de courant universelle pour le ravitaillement des automobiles électriques.

Nos Collègues trouveront au Secrétariat le programme de ce concours dont l'intérêt et l'importance n'échapperont à personne.

M. LE PRÉSIDENT annonce que le Bureau et le Comité de la Société ont été reçus le mercredi 16 novembre par M. le Ministre des Travaux Publics qui a fait à cette délégation le plus aimable accueil.

Le Président ayant assuré M. le Ministre du concours des Ingénieurs Civils qui sont les volontaires de la grande armée des travaux publics, celui-ci lui a répondu que les volontaires avaient toujours eu dans les armées de la République un beau rôle, auquel il sait que ne failliront pas ceux de cette armée pacifique.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir de faire une autre communication d'un ordre plus intime. M. Courret, photographe, successeur de la maison Van Bosch, 10, boulevard Montmartre, a offert, pour faciliter la création d'un album réunissant les portraits du plus grand nombre possible de nos Collègues, de faire gratuitement le portrait de chacun des membres; une épreuve sera remise à l'intéressé et une autre à la Société.

M. le Président exprime l'espoir qu'un grand nombre de Collègues voudront bien se rendre à cette invitation et permettre ainsi la création d'un album qui sera un nouveau souvenir du cinquantenaire.

La parole est à M. F. Chaudy pour sa communication *sur la forme des carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux*.

M. CHAUDY rappelle sommairement sa communication de juin dernier sur la résistance des bateaux à la traction. La théorie qu'il a exposée fait ressortir les points suivants que la pratique avait mis déjà en évidence, mais sans qu'il eût été donné d'explications suffisantes :

1° Le frottement du liquide contre les parois d'un bateau est d'autant plus considérable, à déplacement d'eau constant, que les pointes de proue et de poupe sont plus allongées;

2° La part de résistance due à l'augmentation de pression à l'avant et à la diminution de pression à l'arrière est d'autant plus grande, à dépla-

Digitized by Google

cement d'eau constant et à même vitesse, que les pointes de proue et de poupe sont moins allongées ;

3° Selon la vitesse maximum à laquelle on fera marcher un bateau que l'on projette de construire, il faut donner — cela résulte des deux points ci-dessus — des formes obtuses ou fines à l'avant et à l'arrière : obtuses si le bateau doit marcher à une faible vitesse, fines si au contraire la vitesse doit être grande.

Ce troisième point est bien connu, et ce que M. Chaudy a fait dans son mémoire de juin, c'est l'exposé des raisons pour lesquelles il faut donner à un bateau telle finesse qui convient selon la vitesse de marche.

M. Chaudy a établi des formules de résistance à l'avancement en montrant bien l'influence du tirant d'eau, ce que ne montrent pas, dit-il, les formules actuelles avec lesquelles on trouve même résistance pour deux bateaux de même section immergée, de même vitesse, mais de tirants d'eau différents, ce qui est manifestement faux.

M. Chaudy a pris pour faire son étude un bateau théorique de forme simple, de forme moyenne en quelque sorte, dans lequel les surfaces sont remplacées par des plans moyens. C'est le procédé en usage dans toutes les sciences appliquées pour lesquelles il ne faut pas chercher de comparaison avec les sciences exactes.

Pour compléter sa communication de juin, M. Chaudy présente une nouvelle note à la Société dans laquelle il fait ressortir les nouveaux points suivants :

1° A une vitesse déterminée correspond une finesse de poupe pour laquelle l'eau s'abaisse à l'arrière comme il est dit dans le mémoire de juin ;

2° Si, le bateau restant le même, la vitesse est plus petite, le vide à l'arrière devient moins important et le travail résistant est moins important aussi. En calculant ce travail suivant la théorie de juin, on a donc un maximum, et c'est ce qu'il importe d'avoir ;

3° Si, le bateau restant le même, la vitesse est plus grande, l'eau s'élève à l'arrière et c'est une perte de force ;

4° Conclusion : les bateaux qui, en s'avançant, soulèvent l'eau à l'arrière sont des bateaux à poupe insuffisamment fine, et comme ce soulèvement de l'eau est une perte de force, c'est une faute de ne pas avoir donné à ces bateaux la finesse qui convenait, eu égard à la vitesse de marche projetée.

Sa théorie de juin vient donc de permettre à M. Chaudy d'éclairer une question très importante. Les Ingénieurs, en projetant un bateau, devront avoir grand soin de rechercher, avec la plus grande approximation possible, quelle est la finesse qu'ils doivent donner à la poupe pour que l'eau ne soit pas soulevée à l'arrière lorsque la vitesse maximum de marche sera atteinte. M. Chaudy montre comment il faut faire cette recherche.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Chaudy de son intéressante communication qui va sans doute soulever un débat important, et demande si quelqu'un a des observations à présenter.

Obligé de se retirer, il prie M. G. Dumont, vice-président, de vouloir bien prendre le fauteuil présidentiel.

Digitized by Google

M. L. de Chasseloup-Laubat demande la permission d'exposer quelques brèves observations sur le nouveau mémoire de M. Chaudy.

M. de Chasseloup-Laubat est surpris des conclusions du nouveau travail de son distingué collègue : en juin dernier, M. Chaudy affirmait qu'il y avait toujours une dépression à l'arrière ; lorsque M. de Chasseloup-Laubat, sans contester que cette dépression pût se produire, affirmait qu'il ne l'avait pas constatée personnellement, mais que, par contre, il avait lui-même vu des élévations souvent considérables d'eau, à l'arrière des bateaux remorqués, M. Chaudy répondait en contestant l'exactitude de cette observation, estimant qu'on ne pouvait juger de ce qui se produit, si l'on est à bord du bateau.

Aujourd'hui, M. Chaudy conclut, au contraire, qu'il y a une vitesse au-dessus de laquelle une montée à l'arrière doit se produire.

M. de Chasseloup-Laubat conteste absolument les conclusions nouvelles de M. Chaudy, à savoir que pour des formes déterminées, même fort simples, il y a une dépression à l'arrière, au-dessous d'une certaine vitesse et une montée pour les vitesses supérieures.

De nombreuses expériences prouvent le contraire.

Les dénivellations à l'avant et à l'arrière d'un navire en marche obéissent évidemment à des lois. Ces lois n'ont pu, jusqu'à présent, être formulées exactement. Mais ce que l'expérience prouve de la façon la plus claire et la plus nette, c'est que ces dénivellations — dépressions ou montées — ne suivent point les lois simples qu'indique M. Chaudy.

M. de Chasseloup-Laubat pourrait développer ce qu'il avance ; mais il ne veut pas abuser de la patience de ses collègues, en leur rappelant des faits acquis depuis déjà longtemps.

Au point de vue pratique, M. de Chasseloup-Laubat estime que les conclusions de M. Chaudy, alors même qu'elles seraient exactes pour les formes simples étudiées, — ce qu'il conteste — ne sauraient donner aucune indication utile pour les formes usuelles de carènes.

En pratique, à quoi donc correspondrait l'angle de pointe de la proue et de la poupe du solide étudié par M. Chaudy ?

M. de Chasseloup-Laubat montre, comme exemple de la complication du problème, que deux carènes, dont les parties à l'avant du maître, seraient identiques, et qui auraient même longueur, même largeur, même tirant d'eau au maître, même déplacement total, mais dont les parties arrière seraient établies, pour la première, suivant le système du remplacement vertical, et pour la seconde, suivant le système du remplacement horizontal, devraient se comporter, à tous égards, d'une façon très différente.

M. de Chasseloup-Laubat termine en disant qu'il paraît y avoir le plus souvent antinomie, entre la simplicité des formes et la simplicité des perturbations observées.

M. R. Soreau commence par résumer les diverses opinions émises sur les déformations de la ligne de flottaison : la première théorie de M. Chaudy était basée sur une dépression à l'arrière, ayant même volume que la surélévation produite à l'avant ; M. de Chasseloup-Laubat y opposa des observations personnelles où il avait maintes fois

Digitized by Google

constaté une surélévation à l'arrière ; M. Pérignon fit part d'observations où le navire était en quelque sorte soulevé à ses extrémités par deux collines d'eau séparées par une vallée plus ou moins profonde ; M. Soreau exposa que les intumescences suivaient des lois complexes, et que la dénivellation à l'arrière ne pouvait être considérée comme un fait général ; enfin, M. Chaudy admet aujourd'hui qu'il peut y avoir surélévation à l'arrière, mais dans des conditions qui ne correspondent pas à l'étude expérimentale du phénomène.

C'est cette étude expérimentale que M. Soreau se propose d'esquisser. En dehors de son intérêt propre, elle mérite de retenir quelques instants l'attention d'hommes pratiques, car l'énergie absorbée par les déformations de la surface de l'eau peut dépasser la moitié de la puissance motrice.

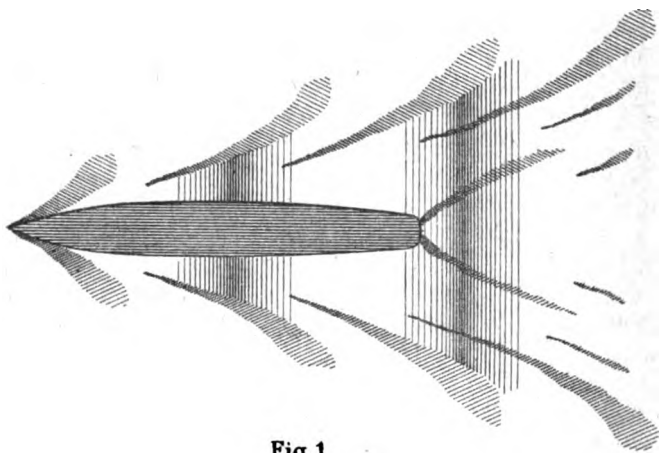


Fig. 1.

Notre Collègue montre ces déformations sur la figure 1, qui est la représentation schématique des observations de W. Froude sur un modèle en grand du *Greyhound*. Ce bateau, comme son nom l'indique, était à formes effilées. La figure s'applique à la vitesse de 18 nœuds : les clairs correspondent aux crêtes, et les parties foncées aux creux. A l'avant, deux ondulations divergentes propagent leur ébranlement suivant des ondes de plus en plus éloignées de la coque et de plus en plus étreintes : on leur a donné le nom caractéristique d'échos. A l'arrière, phénomène analogue. Enfin, à ce double système d'ondulations divergentes se superposent des ondes transversales qui commencent toujours par une crête à l'étrave, tandis qu'à l'étambot il y a, suivant les circonstances, surélévation ou dépression plus ou moins accusées. Ces diverses dénivellations cheminent avec le navire et demeurent permanentes en trajectoire rectiligne à vitesse constante : elles constituent donc un équipage, suivant la pittoresque expression des Anglais.

1° Les deux systèmes d'ondulations divergentes semblent suivre des lois différentes : c'est ainsi que des observations faites sur le *Faucon* ont

Digitized by Google

montré que l'angle de divergence à l'avant gardait la valeur de 21°30' entre les vitesses de 1,50 et de 2 *m/s*, tandis que l'angle à l'arrière variait nettement avec la vitesse. Pour les formes usitées dans les navires de guerre, l'angle d'avant a toujours, aux vitesses normales, une valeur voisine de 20 à 22°.

2° M. Soreau examine ensuite les ondes transversales, sur lesquelles il s'étend davantage, parce qu'elles règlent les déformations de la ligne de flottaison, principal objet de la discussion actuelle. Pour en faire comprendre le mécanisme. il cite les expériences de Scott Russell et de M. Bazin sur l'onde solitaire. A l'extrémité gauche, par exemple, d'un canal de longueur indéfinie vers la droite, on plonge une vanne jusqu'au fond, on élève l'eau dans le bief, puis on soulève plus ou moins la vanne: il se produit, au-dessus de l'eau, une onde qui chemine dans le canal en s'usant peu à peu en hauteur par suite du frottement. Si l'on enlève de l'eau dans le bief au lieu d'en ajouter, on obtient une onde analogue, mais en creux.

Quelles conséquences en découlent pour le navire? A l'époque $t$, du fait de la marche, l'eau se soulève à la proue : il doit donc se produire une vague solitaire positive cheminant le long de la coque ; de même, la fuite de la poupe devant l'eau doit produire une vague négative. Mais, à l'époque $t + dt$, le même phénomène se répète : cette continuité dans la production substitue aux deux vagues solitaires deux systèmes permanents d'ondulations transversales. Telle est, dans ses lignes essentielles, la théorie de M. Boussinesq, théorie qu'il a développée dans une étude analytique magistrale : M. Soreau renvoie à cette source, notamment pour certains cas particuliers, tels que le déferlement des vagues soulevées, etc...

La théorie de M. Boussinesq est, notre Collègue insiste sur ce point, la synthèse de faits expérimentaux, synthèse qui se vérifie elle-même par l'observation directe. En effet, W. Froude imagina des modèles de navires ayant une maîtresse partie suffisamment longue pour que les ondulations de proue fussent éteintes avant d'atteindre les ondulations de poupe : les deux systèmes apparurent nettement et leurs lois furent vérifiées. La longueur L entre deux crêtes successives est constante, proportionnelle à $V^2$, et la même pour l'un et l'autre système; les dimensions de la vague d'étrave ne dépendent que de la forme de proue, pour une vitesse donnée ; de même, les dimensions de la vague d'étambot ne dépendent que de la forme de poupe; les deux systèmes sont donc indépendants.

Dans une série d'expériences, W. Froude diminua progressivement la maîtresse partie, tout en maintenant même vitesse, même forme de proue et de poupe. Soit D la distance entre la crête de la vague d'étrave et le creux de la vague d'étambot ; quand D était un multiple pair de $\frac{L}{2}$, les crêtes du système de proue avaient mêmes ordonnées que les creux du système de poupe, et les ondulations résultantes étaient maxima; elles devenaient minima quand D était un multiple impair de $\frac{L}{2}$. On obtenait toute une gamme d'ondulations possibles.

Digitized by Google

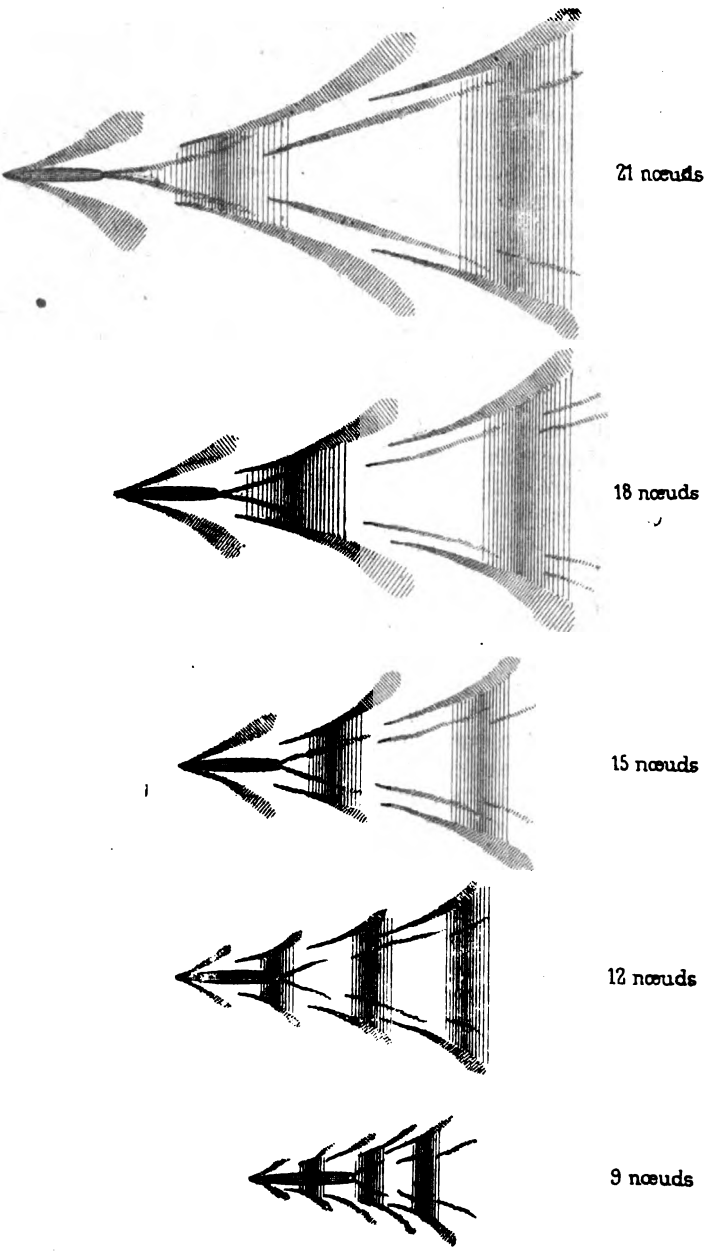



**Fig. 2.**

Digitized by Google

L'étude de ces ondulations est analogue à celle des interférences en optique, mais plus complexe. Quoi qu'il en soit de leur théorie, elles ont une influence pratique qui n'est pas négligeable, comme l'ont prouvé des mesures faites avec le plus grand soin. Ainsi, un navire ayant donné, à la vitesse de 14,3 nœuds, une résistance de 22 *t*, ne donnait plus à la même vitesse qu'une résistance de 20 *t*, lorsqu'on portait sa maîtresse partie de 20 à 70 *m*; ce résultat paradoxal montre le rôle important des ondulations, qui étaient maxima dans le premier cas et minima dans le second ; leur diminution fut plus que suffisante pour contre-balancer la résistance de frottement due à un accroissement de longueur de 50 *m*!

Dans une autre série d'expériences, W. Froude fit, au contraire, varier les vitesses sans changer les formes; le modèle qui lui servit était une réduction au 1/4 de son premier modèle du *Greyhound*. D est sensiblement indépendant de la vitesse, attendu que la crête de la vague d'étrave et le creux de la vague d'étambot reculent légèrement l'une et l'autre quand V augmente; mais L est proportionnel à $V^2$ : leur quotient donne donc encore toute une gamme d'ondulations. C'est ce qu'indique la figure 2, qui est la représentation schématique de cette série d'observations. A la vitesse de 9 nœuds, on trouve le cas signalé par M. Pérignon ; à 12 nœuds, le cas admis dans la première étude de M. Chaudy ; au-dessus de 15 nœuds, les observations de M. de Chasseloup-Laubat. Il est à remarquer que la figure correspondant à 9 nœuds est identique à la figure 1 correspondant à 18 nœuds pour un modèle quatre fois plus long : ainsi l'emploi de petits modèles suivant les principes généraux de la similitude mécanique, emploi qu'on a pu justement critiquer pour certaines études d'hydrodynamique, est expérimentalement justifié pour la déformation de l'eau, tout au moins en ce qui concerne l'allure générale du phénomène.

De ces résultats divers, dus à des expérimentateurs habiles et à des notabilités dans l'art de la construction navale, M. Soreau conclut que la première étude de M. Chaudy est basée sur une hypothèse qui ne se réalise qu'accidentellement, et que sa seconde étude s'appuie sur une autre hypothèse contraire aux faits : la dépendance entre les déformations à l'avant et les déformations à l'arrière. Par contre, la déformation arrière dépend, entre autres données, de la longueur du navire, ce que M. Chaudy n'a pas montré.

Sans vouloir entrer plus avant dans l'étude des ondulations, M. Soreau tient à ajouter que les ondes divergentes et les ondes transversales lui paraissent d'essence différente. Suivant lui, les premières seraient la manifestation particulière d'un phénomène général qui a lieu toutes les fois qu'un mobile se meut dans un fluide avec une vitesse suffisante : elles se produisent aussi bien au sein d'un fluide qu'à la surface de l'eau, et il rappelle qu'il a eu déjà l'occasion, dans une étude d'aérodynamique couronnée par la Société, de parler des si curieuses photographies d'ondes analogues qui se forment autour d'obus animés de grandes vitesses. Au contraire, les ondes transversales ne sont pas des ondes d'ébranlement, mais des ondes de remplacement et de déplacement, ayant des lois tout autres. Il ne faut pas établir, comme le fait M. Chaudy, une confusion entre les ondulations et les remous : tandis qu'on peut

Digitized by Google

arriver, par l'emploi de formes convenables, à supprimer presque complètement ces derniers, on ne peut pas plus détruire les premières en hydrodynamique que dans les phénomènes sonores ou optiques.

Passant à un autre ordre d'idées, M. Soreau affirme que la théorie de M. Chaudy, fût-elle exacte, ne saurait être appliquée aux formes en usage. A cet égard, il partage sans réserve les observations qu'a présentées M. de Chasseloup-Laubat. Tous ceux qui sont au courant des difficultés qu'on rencontre dans l'étude d'un navire savent en particulier quelles légitimes inquiétudes éprouvent ingénieurs et constructeurs à passer d'une forme connue à une forme nouvelle, même si elle en est voisine. Par exemple, pour s'en tenir au phénomène étudié, qui n'est cependant qu'un phénomène d'ordre généralement secondaire, augmenter la maîtresse partie en conservant les formes de proue et de poupe, c'est modifier sensiblement la résistance, comme le prouvent à l'évidence les chiffres cités plus haut; modifier les dimensions suivant une loi de similitude donnée, c'est encore changer la loi de la résistance. Aussi ne se risque-t-on guère à adopter des formes nouvelles que pour des navires de dimensions inusitées, et on ne le fait qu'avec une extrême circonspection: encore, les essais sont-ils parfois malheureux. Ceux qui savent sont indulgents à ces erreurs fatales, dont on est victime dans tous les arsenaux du monde, en Angleterre comme en France; mais on les ébruite beaucoup plus de ce côté-ci de la Manche. Si l'on hésite tant à modifier légèrement les formes, comment concevoir qu'il soit possible de passer de la forme imaginée par M. Chaudy aux formes si différentes usitées dans la pratique?

M. Soreau estime que, loin d'être simple, cette forme est au contraire éminemment complexe : en effet, aux ondulations viennent s'ajouter des remous violents, qui troublent profondément un phénomène déjà compliqué. A la conception mathématique de M. Chaudy, il oppose les études expérimentales qu'il a citées, et qui ont été faites suivant la véritable méthode scientifique : on a cherché à séparer les phénomènes superposés, d'abord en éliminant les remous, par des formes continues, puis en dégageant les ondulations avant et les ondulations arrière.

A un autre point de vue, M. Soreau rappelle qu'il a déjà expliqué pourquoi les principes généralement admis en mécanique appliquée, sous des réserves qu'on devrait toujours spécifier nettement, ne s'étendent pas à certains problèmes d'hydro et d'aérodynamique. Il ne reviendra pas sur ces explications, et se contente de lire le jugement que MM. Pollard et Dudebout (qui ne sont pas seulement des théoriciens, mais des Ingénieurs ayant construit des navires), ont porté sur la substitution de formes géométriques aux formes usuelles, dans les études de résistance : « Il se trouve justement que cette manière d'opérer, qui est logique au point de vue géométrique, ne l'est plus au point de vue de la mécanique des fluides, car s'élever du simple au composé, en ce qui touche à la forme de la surface de carène, c'est s'abaisser du composé au simple, en ce qui touche à la forme des filets liquides et à la complexité du mouvement communiqué aux molécules du milieu ambiant. Dans la marche du plan mince (ou du type imaginé par M. Chaudy), les mouvements du liquide environnant sont beaucoup plus complexes que

Digitized by Google

dans celle d'un navire à lignes d'eau très fines et très régulières ; en passant de l'un à l'autre, les causes de résistances ne sont plus identiquement les mêmes, et il est par suite peu rationnel de conclure d'un cas à l'autre » (1).

M. Soreau termine en faisant remarquer que, contrairement à ce que pense M. Chaudy, les formules en usage tiennent compte du tirant d'eau, sous une forme plus ou moins explicite, telle que le rapport entre le maitre-couple et la surface mouillée ; pour cette dernière, notre Collègue, M. Normand, en particulier, a donné une formule d'une grande approximation.

M. A. DE BOVET ne veut ajouter aucune considération théorique à ce qui vient d'être dit, il recherchera seulement si les conclusions de M. Chaudy sont d'accord avec les faits ; or, deux au moins d'entre elles ne présentent pas cet accord.

M. Chaudy, si l'expression n'a pas trahi sa pensée, a indiqué que sa théorie s'applique aussi bien à un bateau automoteur qu'à un bateau remorqué, et il a dit qu'il y a dépression à l'arrière quand la poupe est suffisamment fine et intumescence dans le cas contraire ; M. de Bovet constate qu'avec certains bateaux de formes très fines, il se produit à l'arrière, pendant la marche, une intumescence telle que l'eau vient presque sur le pont, le fait est facile à constater à Paris, sur les bateaux dits express.

M. Chaudy a dit encore que la résistance est d'autant plus faible à petite vitesse que l'angle de proue est plus obtus ; or, dans les péniches dont il a une expérience journalière, cet angle atteint son maximum et cependant, ce sont les bateaux les plus lourds à remorquer.

M. A. DE BRUIGNAC regrette que M. Chaudy n'ait pas observé les bateaux davantage, car cela aurait certainement modifié plusieurs points de son étude ; cette observation est facile à Paris, où les bateaux parisiens, les remorqueurs et les péniches, trois types distincts, passent et repassent constamment. M. de Bruignac croit pouvoir avancer les propositions suivantes comme résultant des observations qu'il a faites :

Il y a toujours un remous à l'avant. Sa hauteur dépend de la vitesse et de l'angle ; sa forme dépend de celle de la proue. Ainsi, les « express » ont une seule houle de tête, les « mouches » en ont deux.

Lorsque les lignes de l'arrière sont fines et continues, il y a un remous à l'arrière sans aucune dépression. Lorsque les lignes sont anguleuses, il y a un remous à l'angle, puis dépression. Ainsi, dans les péniches, il y a un petit remous près de l'angle arrière, puis dépression le long de la poupe carrée. Il paraît n'y avoir jamais de dépression sans qu'un remous la précède.

Autant que l'œil peut en juger, le remous d'arrière a toujours la hauteur $\frac{v^2}{2g}$, $v$ étant la vitesse du bateau.

Les remous d'avant et d'arrière sont indépendants l'un de l'autre.

(1) *Théorie du Navire*, tome III, p. 291 (Les figures 1 et 2 sont empruntées à cet ouvrage considérable, couronné par l'Académie des Sciences).

Digitized by Google

Lorsque, dans les bateaux courts, ils se rencontrent, cela ne modifie pas la condition initiale de chacun.

Il faut une certaine vitesse pour que ces divers remous soient sensibles.

La remarque suivante, suggérée par l'observation, est complétée par d'autres considérations : c'est que le remous d'arrière est entièrement à la charge de la pesanteur et ne grève pas le moteur du bateau. Ces observations sont, du reste, développées dans une publication récente que M. de Bruignac a remise à la Société.

M. F. Chaudy répond d'abord que si quelques-uns de ses contradicteurs avaient bien saisi sa pensée, ils auraient retenu :

1° Qu'il a laissé de côté l'effet d'une hélice sur le soulèvement de l'eau à l'arrière, et que cette question en est une tout autre que celle qui fait l'objet de la discussion ;

2° Que les remous et les ondulations autres que celles des deux extrémités du bateau dont nous a parlé tout particulièrement M. Soreau ne sont pas en question non plus, et que l'évaluation du travail perdu de ce fait se fera expérimentalement. Les formes auxquelles il est conduit se marient parfaitement, d'ailleurs, avec celles qui donnent le minimum de remous ;

3° Que les points de science appliquée qu'il a mis en évidence sont tous conformes à la pratique saine et normale avec le degré d'approximation que l'on rencontre dans toutes les théories des Ingénieurs ;

4° Qu'il n'y a aucun rapport entre la marche du plan mince isolé et celle du bateau théorique de M. Chaudy, contrairement à ce qu'a dit M. Soreau ;

5° Enfin que les ondulations transversales s'expliquent très bien avec la théorie de M. Chaudy qui *montre à quelle vitesse on a le meilleur rendement pour une forme donnée de bateau.*

M. Chaudy estime que, dans cette séance, on n'a pas discuté du tout la conclusion qu'il a apportée ; M. Soreau a développé une longue critique, mais il regrette de ne pas le voir conclure ou plutôt conclure qu'il n'y a rien à faire parce que la question est trop difficile. M. Chaudy ne partage pas cette opinion, il croit l'avoir montré suffisamment et espère qu'il a fait comprendre son sentiment à ses Collègues.

M. R. Soreau répond qu'il vaut encore mieux ne pas conclure que donner des conclusions erronées. Il n'a pas dit qu'il n'y avait rien à faire, mais a voulu opposer des faits aux hypothèses de M. Chaudy sur les dénivellations. Il espère avoir éclairé sur ce sujet intéressant ceux de nos Collègues qui n'ont pas eu l'occasion de l'étudier.

M. le Président remercie les Collègues qui ont pris part à l'intéressante discussion que l'on vient d'entendre et qui se trouve close par les observations qui ont été faites.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Aug. Moreau sur l'ouvrage de M. J. Martin, mais, en raison de l'heure avancée qui ne permettra pas d'aborder toutes les communications inscrites, M. Moreau déclare céder son tour à M. Kreutzberger qui n'habite pas Paris et s'est dérangé tout spécialement ce soir.

Digitized by Google

M. le Président remercie M. Moreau et donne la parole à M. Kreutzberger pour sa communication à propos du *Congrès pour l'unification des filetages.*

M. F. Kreutzberger remercie la Société de la confiance qu'elle lui a témoignée en le déléguant à ce Congrès, bien qu'il n'ait pas eu l'occasion de présenter antérieurement ses idées sur ce sujet.

La nécessité d'un système d'unification est reconnue depuis longtemps, des tentatives avaient déjà été faites par Whiteworth, en Angleterre, en 1841 et par Sellers, en Amérique, en 1864.

Le premier a des filets arrondis, robustes et maniables, mais difficiles à reproduire d'une façon rigoureusement constante. Sellers y remédie par la troncature droite. La forme du filet de ce dernier est constituée en section par un triangle équilatéral tronqué au huitième de sa hauteur par une face droite. C'est le type adopté par la Société d'encouragement dans ses premières études (1894), diverses tentatives antérieures, en France, ont été infructueuses.

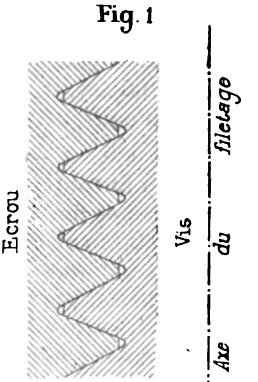
Un système n'est jamais parfait : la forme Sellers use un peu plus les tarauds finisseurs que la forme Whitworth. Une bonne gradation de pas et de diamètres est encore plus difficile à établir. En Amérique, on a dû multiplier les pas et en attribuer plusieurs, — au choix, — à un même diamètre. En réalité, à mesure que l'on avance dans l'étude de cette question, les prescriptions *absolues* semblent trop rigides pour se plier à la variété des cas.

Le Congrès a été provoqué par *l'Union Suisse des industriels-mécaniciens*, qui avait entrepris la même tâche que la Société d'Encouragement, mais à laquelle l'heureuse situation de la Suisse a permis des vues plus hautes. Un programme de discussion adopté par une réunion préparatoire n'a pas été suivi et, à vrai dire, il n'y pas eu de discussion d'ensemble. Une Commission nommée pour fixer les détails a rédigé les résolutions (page 4 de l'imprimé).

Ce sont celles qui vont être examinées.

*Forme du filet.* — Il est un principe général, en construction mécanique, que les formes devant être ajustées, doivent être parfaitement définies, pour que les jeux de fonctionnement et les tolérances de fabrication puissent être fixés avec assurance *(fig. 1)*. Ce principe avait toujours été appliqué aux filetages pour *toutes* leurs parties, jusqu'en ces derniers temps, où on est convenu que le *fond* du filet devait être arrondi en moins, tant pour la vis que pour l'écrou, de telle sorte que le profil théorique, à troncatures droites, reste une limite supérieure pour le mâle et inférieure pour la femelle.

Fig. 1




La raison invoquée à l'appui de cette modification, est la moindre usure des outils finisseurs. En principe, c'est vrai ; au point de vue économique, cela n'a pas d'importance, puisque, une fois usés

Digitized by Google

au point d'atteindre la tolérance, ils peuvent être employés au dégrossissage. D'ailleurs, l'usure dépend surtout des *conditions accessoires*, résultant de détails de construction.

A un autre point de vue, on remarquera que :

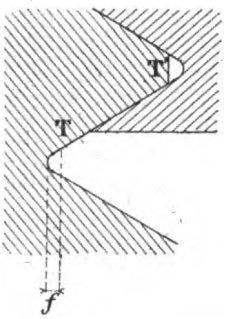
1° La vis est affaiblie par cet arrondi ;

2° L'amplitude de la translation possible de la vis, perpendiculairement à son axe, est égale au double du jeu de fonctionnement ;

3° Les tarauds et les vis, ne sont plus comparables non plus que les tarauds-mères et peignes, destinés à la fabrication des deux premiers.

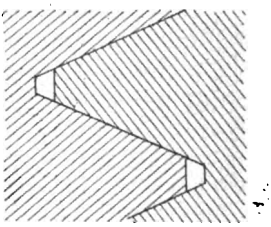
Mais ce n'est là qu'une gêne de fonctionnement, ou une complication d'outillage. Le vrai danger consiste en ce que le point de raccordement T de la courbe quelconque de flèche $f \leqslant \frac{1}{16}$ du pas avec le flanc droit TT' du profil ne peut pas être déterminé exactement. Leurs dimensions sont très faibles et doivent être cependant très exactes, car une erreur sur leur forme peut produire un *filet gras ou maigre (fig. 2)*.

Fig. 2.




On peut, sans sortir du règlement du Congrès, remplacer l'arrondi par une seconde troncature au 1/16 de la hauteur, mais cela laisse subsister les trois premiers inconvénients relatifs au fonctionnement et à l'outillage *(fig. 3)*.

Fig. 3.



Cette proposition de détail, qui manque absolument de la précision nécessaire, avancée par la Société des Ingénieurs allemands doit donc être rejetée. Il ne faudrait pas croire l'opinion unanime sur ce point, de l'autre côté du Rhin : M. Springmann, organe de l'Union des Constructeurs allemands, la condamne et réclame l'adoption de la forme française qu'il juge plus pratique.

Un appareil pour déterminer la mesure exacte des troncatures créé par M. Coullery, Ingénieur Directeur de l'Ecole d'Horlogerie de La Chaux-de-Fonds, est décrit et fait voir l'excellence du procédé.

*Diamètres et pas.* — Dans la brochure de M. Ed. Sauvage, publiée par la Société d'Encouragement, on lit (page 4, paragraphe 3) : « Le tableau » des diamètres normaux admis est celui qui a été proposé par le Co» mité d'action suisse » — puis, un peu plus loin : « Entre les diamètres » normaux indiqués au tableau, on peut intercaler, par exception, d'au» tres diamètres ; le pas reste alors celui de la vis normale immédiate» ment inférieure. »

Cette dernière prescription est prise sur l'exemple de la Société d'Encouragement — mais là s'arrête la ressemblance. En effet, cette Société avait choisi ses diamètres principaux, seulement parmi des nombres

Digitized by Google

pairs, et le Système International compte, entre autres, les diamètres : 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45.

Deux inconvénients se présentent à leur adoption : une certaine difficulté de dessin et la difficulté de choisir un intermédiaire convenable — par exemple entre 33 et 36 on peut choisir entre 34 ; 34,5 ; 35. Si on refuse les fractions de millimètre, on ne sait lequel prendre entre 34 et 35, ce qui peut créer des confusions se traduisant par des pertes d'outillages.

Les Américains, en espaçant leurs diamètres de 1/16 de pouce — laquelle valeur est encore divisible en quatre parties — ont mieux agi. Pour les fortes valeurs, des pas ne sont pas attribués individuellement à tous les diamètres, mais ils peuvent l'être au besoin.

La gradation de la Société d'Encouragement, de 2 en 2 *mm* semblait plus logique que le Système International.

En ce qui concerne *le pas considéré comme fonction du diamètre*, le Congrès a sans doute essayé de régulariser un peu le système de la Société d'Encouragement qui était défectueux à ce point de vue : entre 6 et 10 et entre 10 et 15 il a intercalé les diamètres de 8 et 12 aux pas intermédiaires de 1,25 et 1,75 au lieu de leur laisser les pas précédents de 1 et 1,5 qui étaient disproportionnés.

Néanmoins, ce système des échelons, c'est-à-dire de l'attribution d'un même pas à plusieurs diamètres consécutifs, largement appliqué au système, lui donne une gradation à ressauts brusques qui est contraire à *la loi de décroissance de la rampe*. Cette loi, évidente en théorie et confirmée par la pratique, prescrit de donner à la *rampe* — ou l'inclinaison du filet sur un plan perpendiculaire à l'axe — une valeur qui diminue quand le diamètre augmente.

Pour appuyer cette proposition des échelons, on a allégué une simplification d'outillage, mais il n'en est rien : les tarauds et filières fermées, dépendant du diamètre, seront toujours en aussi grand nombre; quant aux peignes et filières ouvertes, il faut se garder d'en étendre l'usage par trop largement à d'autres diamètres que ceux auxquels ils sont destinés spécialement. Pour les facilités de réparation, elles sont également moins grandes qu'on ne pourrait croire.

Les échelons sont donc difficiles à justifier, et contraires aux principes fondamentaux des filetages. Il semblerait donc qu'on dût généraliser la mesure qu'on a prise pour les diamètres de 8 et 12.

*Conclusion*. — Malgré les critiques auxquelles donne lieu le système, il faut se féliciter d'en avoir un à mesure métrique, l'avenir en jugera.

Le paragraphe relatif à l'ouverture des clefs n'a pas été abordé et son examen est remis aux soins des Sociétés allemandes et suisse et de la Société d'Encouragement. Une prompte solution est désirable.

M. le Président est l'interprète de la Société en remerciant notre savant Collègue, M. Kreutzberger, de l'exposé qu'il vient de faire avec tant de clarté, et surtout de l'autorité avec laquelle il l'a représentée au Congrès.

Ses remarquables observations, jointes à celles de la Société d'Encouragement, ont largement contribué au succès des travaux de ce Congrès.



Digitized by Google

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. B. Archambault, G. Bahr, L. Basse, H. Bisson, L. Borne, L.-E. Breton, F. Brocq, L.-A. Brousse, J.-P.-E. Charpentier, P. Dawson. A. Detrois, H. Echenoz, A. Engelfred, P. A. Fatio, J.-J. Glaizot, G.-E.-A. Hallam de Nittis, J. Hermary, E. Jacquin, V.-E. Lemaire, E.-O. Levilly, Ch. Mayne, H. Prouteaux, M.-Ch.-H. Raabe, N. de Richemond, L.-G. Roman, A-.A. Rouzet, P. Samary, F. Stolz, H. Thomas, P. Trystram, L. Vinot Préfontaine, comme membres sociétaires, et de MM. E.-E. Hardelay, A. Lainey, Ch. F. Mativet, A. van Minden et Ch. Ouachée comme membres associés.

MM. A. Aubert, E.-J.-B. Bardolle, E. Cagniant, M.-P. François, L.-E. Gaumont, L. Georgeot, G. Lefebvre-Albaret, Ed. Lequin, H. Ponnier, H.-A. de Thermeau, A. Vanderpol, sont reçus membres sociétaires et MM. R. Barbet-Massin, A. Pinglé, sont reçus membres associés.

*Le Secrétaire*,
A. Lavezzari.

**La séance est levée à minuit moins le quart.**

Digitized by Google

# CONCOURS

DES

# VOITURES DE PLACE AUTOMOBILES

## Organisé par l'Automobile-Club de France

## (Paris, 1898)

---

# RAPPORT DU JURY [1]

**Communiqué par M. G. FORESTIER, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président du Jury, à la Société des Ingénieurs Civils de France, dans la séance du 1er juillet 1898.**

---

## PROGRAMME DU CONCOURS DES VOITURES DE PLACE AUTOMOBILES

### (1er au 12 Juin 1898)

ARTICLE PREMIER. — Sous le patronage et la direction de l'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE, un concours international est organisé entre les véhicules à moteurs mécaniques, établis en vue du service de place dans les villes.

---

(1) MEMBRES DE LA COMMISSION

*Président :* M. Forestier (G.), Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

*Secrétaire :* M. Chasseloup-Laubat (comte G. de).

*Membres :* MM. Baillif (A.), Barbet (L.), Bixio (J.), Bourdil (F.), Brault (C.), Broca (G.), Collin (Georges), Dion (comte de), Eschwège (Paul), Giffard (Pierre), Hérard, Hospitalier, Jeantaud (Ch.), La Valette (comte de), Lehideux-Vernimmen (A.), Lemoine (Louis), Menier (Henri), Michelin (André), Monmerqué, Prévost (G.), Récopé (Ed.), Rives (G.), Solignac (Louis), Talansier (Ch.), Thénard (baron), Zuylen de Nyevelt (baron de).

JURY DU CONCOURS

*Membres nommés par les Concurrents :* MM. Dion (comte de), Forestier (G), Hospitalier, Monmerqué, Solignac (L.), Zuylen de Nyevelt (baron de).

*Membres nommés par la Commission :* MM. Bixio, Bourdil, Eschwège (P.), Hérard, La Valette (comte de), Talansier (Ch.).

*Commissaire adjoint au Président pour le chronométrage des heures d'arrivée et de départ au garage de l'avenue de Saint-Mandé :* M. Bourdil (F.), Ingénieur des Arts et Manufactures.

COMMISSAIRES A BORD DES VÉHICULES

MM. Amiot ; — Andry Bourgeois ; — Arnoux ; — Augé (D.) ; — Bardy ; — Berland ; — Boucherot ; — Boyer-Guillon ; — Brunet ; — Brunswick ; — Collardeau ; — Collins ; — Courant ; — Courtois ; — David ; — Debièvre ; — Ducasse ; — Essards (comte des) ; — Fayot ; — Feray ; — Gasnier ; — Gastine ; — Gaumy ; — Gautier ; — Gay ; — Guidet ; — Hamm ; — Isambert ; — Lacarrière ; — Lafargue ; — Lamy ; — Leger ; — Loppé ; — Marco Mendosa ; — Martin ; — Miet ; — Paumier ; — Planchon ; — Planzol ; — Rameau ; — Robert ; — Soulier ; — Tainturier ; — Thouroude ; — Vallet ; — Vigneron ; — Vinot-Préfontaine.

Digitized by Google

ART. 2. — Le concours aura lieu à Paris, le 1er juin et jours suivants.

ART. 3. — Le concours portera :

*a)* Sur le prix de revient de la journée d'un fiacre automobile en service usuel dans Paris, accomplissant un parcours varié de 60 kilom. au minimum dans une durée de seize heures.

Pour faciliter l'exécution de l'épreuve, les 60 kilom. seront accomplis d'une seule traite, suivant la feuille de route. A la consommation faite pendant ce trajet, on ajoutera la consommation faite au dépôt pendant la durée complémentaire de la journée.

*b)* Sur le confort et la maniabilité de la voiture.

*c)* Sur la fréquence du ravitaillement, l'importance et la facilité des réparations.

ART. 4. — Seront admis au concours, tous les véhicules munis d'un moteur mécanique, quel qu'en soit le système; ils seront classés en diverses catégories :

I. — *a)* **Les voitures à deux places fermées.**
*b)* **Les voitures à deux places découvertes, avec capote.**
*c)* **Les voitures mixtes à deux places pouvant se fermer ou se découvrir instantanément.**

II. — *a)* **Les voitures à quatre places fermées, avec galerie pour bagages (30 kilogr. par voyageur).**
*b)* **Les voitures à quatre places découvertes avec capote.**

III. — **Les voitures à six places fermées avec galerie pour bagages (30 kilogr. par voyageur).**

ART. 5. — Les véhicules devront être construits de façon que le nombre de voyageurs indiqué puisse y être confortablement installé; ils devront être munis d'un compteur kilométrique et de deux freins : l'un progressif et l'autre instantané.

Ils auront une marche arrière.

La position du conducteur sera telle qu'ayant sa direction et ses leviers sous la main, il puisse voir convenablement la route à l'avant de la voiture.

ART. 6. — Le nombre des véhicules n'est pas limité; un constructeur ne pourra pas présenter plusieurs véhicules du même type et de dimensions similaires.

ART. 7. — Pour chaque véhicule engagé, il sera payé une entrée de *deux cents francs* jusqu'au 30 avril 1898 et une entrée double à partir de cette date.

La liste des engagements sera close le 20 mai 1898, à minuit.

Digitized by Google

Toute demande d'inscription devra être accompagnée du droit d'entrée, qui, en tout cas, restera acquis à la caisse de l'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE.

ART. 8. — Au moins trois jours avant le concours, chaque constructeur fera parvenir à la Commission une note accompagnée :

1° Du schéma du véhicule et de son moteur;

2° De la répartition du poids sur les essieux ;

3° D'une spécification de l'agent d'énergie actionnant le moteur et de la quantité nécessaire pour la marche pendant une journée; indiquer en outre si l'approvisionnement de la voiture devra être renouvelé dans le service qui comprendra 10 heures.

ART. 9. — Les concurrents feront parvenir en temps utile, dans les locaux désignés par la Commission, les approvisionnements nécessaires pour effectuer la totalité des épreuves du concours.

Sous la direction du Comité, il sera délivré à chaque conducteur :

1° Un livre à souche imprimé;

2° Une feuille de service journalier.

Sur une des feuilles du livre à souche, le conducteur donnera un reçu de l'huile, du combustible ou de l'agent d'énergie qui lui sera délivré au départ du dépôt ou dans le courant du service, s'il a besoin de renouveler son approvisionnement.

Les quantités d'eau nécessaire au fonctionnement des moteurs seront mentionnées sur le livret à souche sous la surveillance du commissaire ou des agents du contrôle; si cette eau doit être renouvelée en cours de route, elle sera également inscrite sur ce livre.

La feuille de service sera rendue le soir au contrôle, revêtue de la signature d'un des commissaires ou de l'agent du contrôle qui auront accompagné la voiture dans la journée. Elle relatera les incidents de service, s'il s'en est produit. Le reste de l'approvisionnement sera déduit chaque soir de la consommation de la journée.

ART. 10. — L'épreuve du concours se composera d'un service de 12 jours consécutifs.

Douze itinéraires différents seront établis et chacun des véhicules engagés devra accomplir ces itinéraires dans l'ordre qui lui sera indiqué sur sa feuille de service journalier.

Les feuilles de service seront dressées suivant celles des fiacres attelés, de façon à se rapprocher le plus possible de la pratique journalière.

La vitesse dans Paris ne devra pas dépasser 20 kilom. à l'heure.

Digitized by Google

La vitesse sur certaines rampes indiquées sur la feuille de service sera chronométrée.

Des commissaires choisis parmi la Commission accompagneront chacune des voitures pendant le temps de ces expériences.

Les véhicules devront accomplir le nombre de voyages et transporter le poids de bagages indiqué ou le poids correspondant (soit 70 kilogr. par voyageur et 30 kilogr. de bagages) en poids mort.

Art. 11. — Dans les locaux spéciaux loués par l'Automobile-Club et où toutes les voitures devront être remisées, il sera établi un contrôle dirigé par des agents commissionnés.

Ces agents délivreront les approvisionnements aux concurrents; ils feront parvenir tous les jours à la Commission les feuilles de service de la veille et les reçus des conducteurs.

Ils surveilleront les réparations qui pourraient être faites aux voitures ou aux moteurs et en indiqueront l'importance. Elles devront être exécutées au remisage.

Ces réparations seront mentionnées sur le livre à souche.

Art. 12. — La recharge des accumulateurs des voitures électriques se fera sous la surveillance des agents du contrôle, mais sous la responsabilité du représentant du concurrent qui devra y assister.

Le courant sera fourni soit au moyen d'une installation spéciale, soit par le secteur le plus proche.

Un compteur électrique spécial d'un modèle agréé par la Commission pour chaque voiture indiquera la quantité d'électricité absorbée et la durée de chaque recharge; le conducteur en donnera un reçu à l'agent du contrôle.

Les frais afférents à l'installation électrique seront supportés complètement par les concurrents dans la proportion de l'énergie qui leur aura été fournie.

Art. 13. — Un jury composé de douze membres pris parmi les membres de l'Automobile-Club de France sera élu pour six membres par la Commission et pour six membres par les concurrents.

Les concurrents ne pourront pas faire partie du jury.

Ce jury sera chargé de dresser un rapport indiquant le prix de revient journalier de la traction de chaque voiture et la régularité du service.

Il devra donner son appréciation sur l'élégance d'aspect, le bruit du véhicule et la commodité des voyageurs.

Ce rapport sera communiqué à la Société des Ingénieurs civils de France et à diverses Sociétés, et un extrait en sera adressé à tous les maires des chefs-lieux de département et d'arrondissement.

Digitized by Google

ART. 14. — Il sera accordé des médailles et diplômes aux véhicules qui seront reconnus présenter les conditions requises pour le service des voitures de place dans la ville et rentrant dans l'une des catégories ci-dessus.

Si les prix sont offerts pour le concours, les conditions d'acceptation seront réglées par la Commission et l'attribution en sera faite par le jury.

ART. 15. — Les concurrents devront se conformer aux décisions ultérieures de la Commission du concours, particulièrement en ce qui concerne les détails de l'organisation de l'épreuve.

ART. 16. — Les responsabilités civiles et pénales resteront à la charge des concurrents à qui elles incomberont, étant bien entendu que l'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE décline toute responsabilité de quelque nature qu'elle soit.

Les concurrents devront se conformer à tous les arrêtés et règlements de police qui régissent la circulation des voitures de place et des automobiles.

Digitized by Google

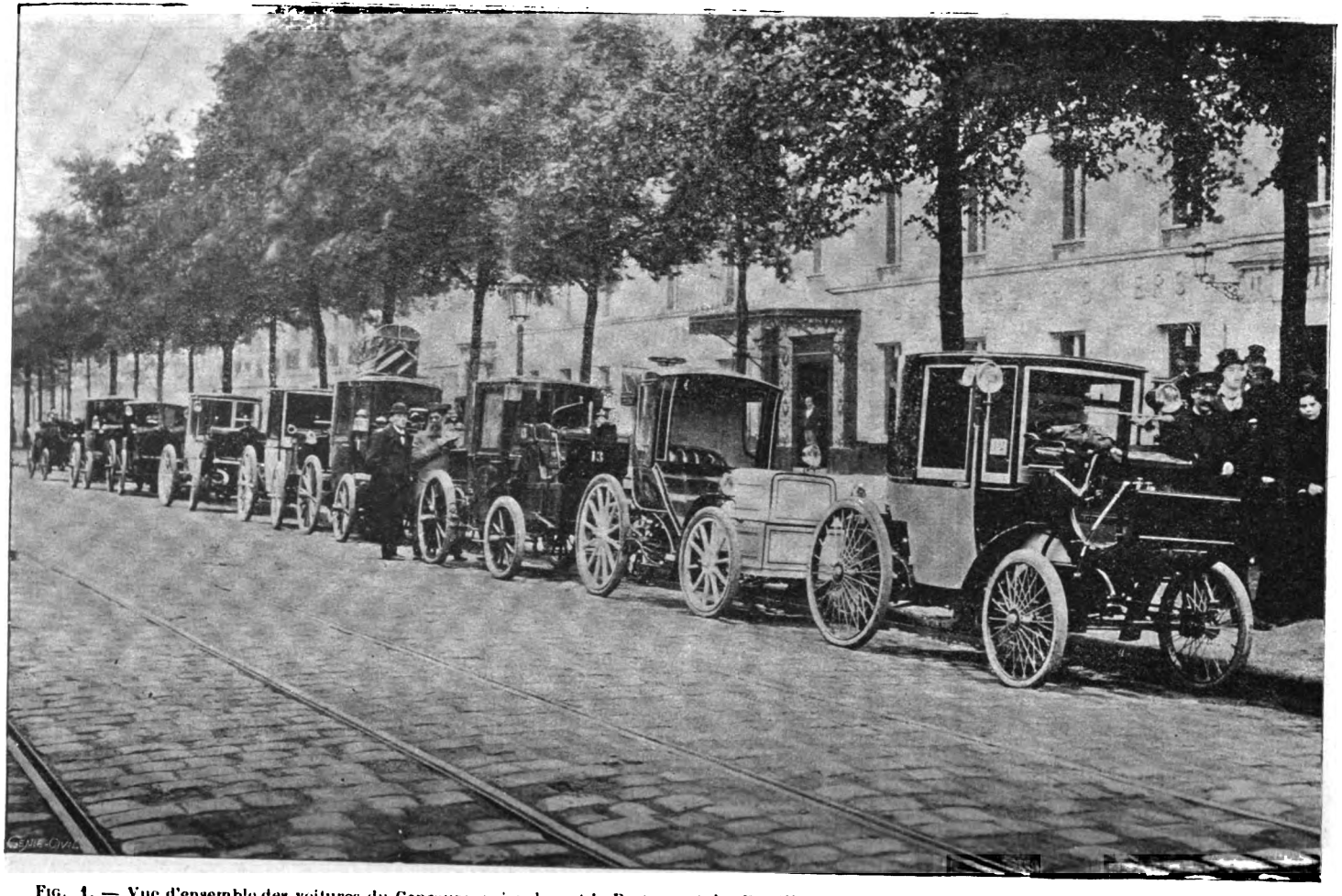


FIG. 1. — Vue d'ensemble des voitures du Concours, prise devant le Restaurant des Familles, Avenue de Saint-Mandé, pendant la halte du déjeuner.

Digitized by Google

# CONCOURS
DES
# VOITURES DE PLACE AUTOMOBILES
**Organisé par l'Automobile-Club de France**

---

## Paris, 1898

---

# RAPPORT DU JURY

---

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Dans sa séance du 16 février 1897, le Comité de l'Automobile-Club de France a décidé d'appeler à un Concours international tous les constructeurs de voitures à traction mécanique susceptibles de faire le service de place dans Paris.

Ainsi que pour le Concours des Poids lourds, le Comité a entendu laisser aux constructeurs le soin de choisir le moteur le plus propre à ce genre de service.

De même, il comptait faire le public seul juge du véhicule répondant le mieux à ses besoins ou à son goût.

La Commission nommée par le Comité avait dès lors pour seule mission d'établir et d'appliquer un programme lui permettant de recueillir et publier tous renseignements utiles à la détermination du prix de revient de la journée des voitures de place automobiles présentées au Concours, en tenant compte de leurs facilités de ravitaillement, de la fréquence et de l'importance de leurs réparations, de la rapidité aussi bien que de la régularité de leur marche, et surtout de la sûreté de manœuvre de leur appareil de direction, sans oublier l'efficacité

Digitized by Google

de leurs moyens de freinage, deux conditions indispensables à des voitures appelées à circuler à grande allure dans des rues encombrées.

Le programme a été étudié et préparé dans ces conditions.

Tout d'abord on a dû se préoccuper de la longueur et de la durée des trajets journaliers à imposer aux concurrents.

D'après les renseignements obligeamment fournis à la Commission par un de ses membres, M. Bixio, il semble que le parcours journalier d'un fiacre est d'environ 65 kilom., sur lesquels 45 kilom. sont seuls consacrés à un travail utile réparti entre 6 chargements à l'heure et 4 chargements à la course. Le restant, 20 kilom., correspond au chemin soit parcouru pour aller du dépôt au lieu de travail, et *vice versa*, soit consacré à aller du point où on a laissé un voyageur à une station, ou aux allées et venues, le long des rues fréquentées, à la recherche de clients.

Quant à la durée du séjour sur la voie publique, c'est-à-dire au temps qui s'écoule entre la sortie le matin et la rentrée le soir au dépôt, on compte 16 heures : de 8 heures à minuit.

Si on pouvait facilement demander aux concurrents un parcours journalier de 60 kilom., on ne pouvait songer à imposer, surtout pendant neuf jours consécutifs, une durée de 16 heures de présence, aux Commissaires qui voudraient bien se charger de faire les constatations nécessaires. Dès lors, on a dû consentir à ce que les 60 kilom. fussent parcourus à l'allure correspondant au travail à la course.

L'article 3 du programme a donc été ainsi rédigé :

ART. 3. — Le Concours portera :

*a*) Sur le prix de revient d'un fiacre automobile en service usuel dans Paris, accomplissant un parcours varié de 60 kilom. au minimum dans une durée de 16 heures.

Pour faciliter l'exécution de l'épreuve, les 60 kilom. seront accomplis d'une seul traite, suivant la feuille de route. A la consommation faite pendant ce trajet, on ajoutera la consommation faite au dépôt pendant la durée complémentaire de la journée.

On a seulement coupé le parcours en trois étapes, séparées : les deux premières par une halte d'une demi-heure, et les deux dernières par un repos d'une heure consacrée au déjeuner (fig. 1).

En ce qui concerne les itinéraires à suivre pour effectuer les 60 kilom., le programme avait prévu qu'on devrait s'inspirer, autant que possible, de ce que font les fiacres actuels. De là l'article 10, ainsi conçu :

Digitized by Google

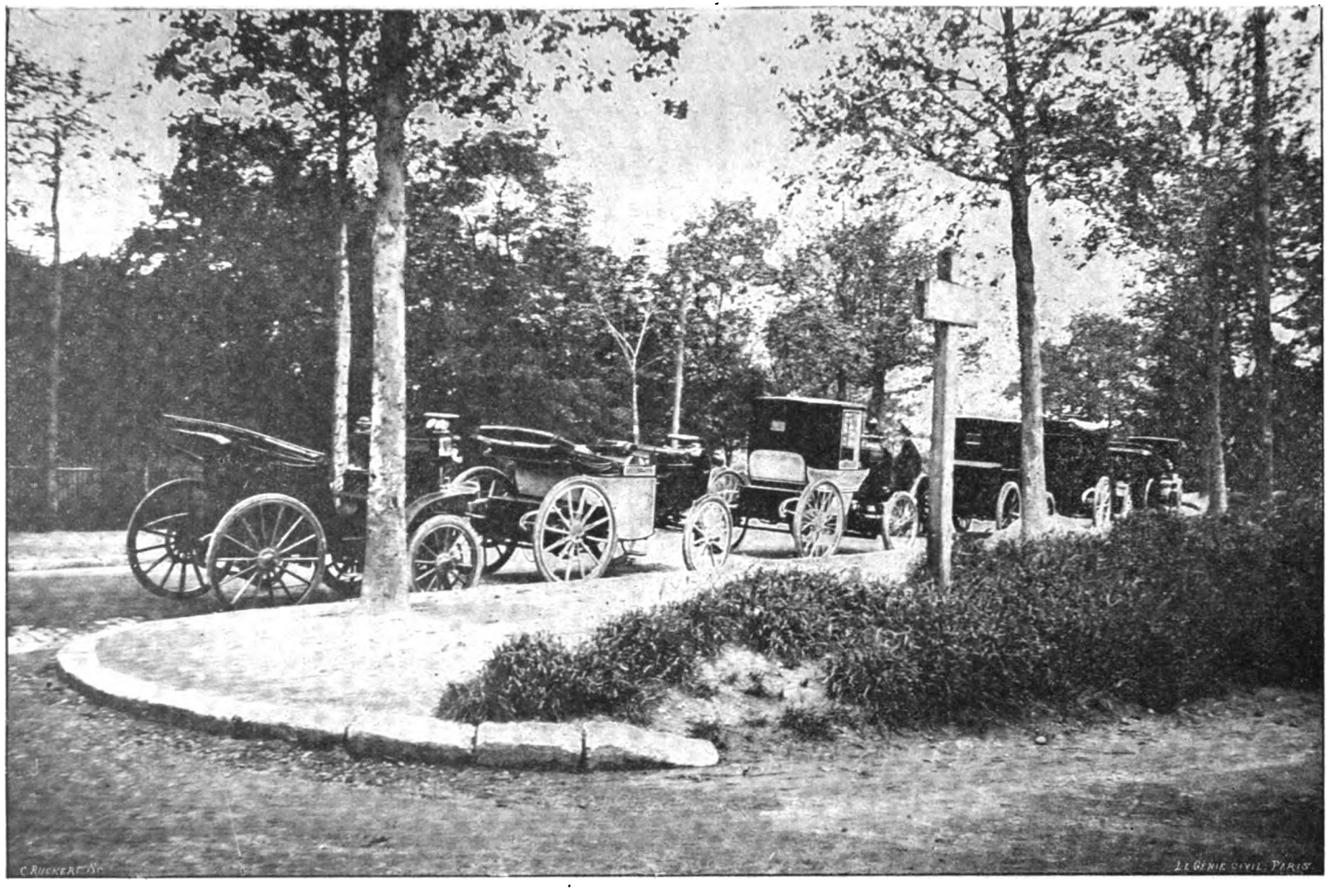



FIG. 2. — Vue d'ensemble des voitures prise au cours des essais du 11 juin sur la rampe du Mont-Valérien.

Digitized by Google

ART. 10. — L'épreuve du Concours se composera d'un service de 12 jours consécutifs.

Douze itinéraires différents seront établis et chacun des véhicules engagés devra accomplir ces itinéraires dans l'ordre qui lui sera indiqué sur sa feuille de service journalière.

Les feuilles de service seront dressées suivant celles des fiacres attelés, de façon à se rapprocher le plus possible de la pratique journalière.

La vitesse dans Paris ne devra pas dépasser 20 kilom. La vitesse dans certaines rampes indiquées sur la feuille de service, sera chronométrée.

Des Commissaires, choisis parmi les membres de l'Automobile non concurrents, accompagneront chacune des voitures pendant le temps de ces expériences.

Les véhicules devront accomplir le nombre de voyages et transporter le nombre de voyageurs (avec ou sans bagages) indiqué sur l'acte d'engagement ou le poids correspondant, c'est-à-dire 70 kilogr. par voyageur et 30 kilogr. de bagages.

Par suite des fêtes de la Pentecôte et de la date d'ouverture de l'Exposition internationale des Automobiles, le nombre des itinéraires a été réduit à neuf.

D'un autre côté, quelques-uns des conducteurs des véhicules concurrents n'étaient pas très versés dans la connaissance des rues de Paris. Il a fallu, par suite, renoncer aux itinéraires tracés conformément à la pratique courante des fiacres que M. Bixio avait eu l'obligeance de préparer. Ils comprenaient, en effet, des séries de rues trop courtes pour qu'un conducteur inexpérimenté pût y prendre une vitesse normale.

M. le comte de Chasseloup-Laubat, que la maladie retenait malheureusement chez lui, mais sans toutefois pouvoir l'empêcher de prendre une part active aux travaux préparatoires de la Commission, a bien voulu étudier trois itinéraires de 60 kilom. empruntant les artères les plus longues de Paris (pl. XIX) (1).

Pour être plus aisés à suivre par les conducteurs, ces itinéraires n'en étaient pas plus commodes pour les véhicules. Les rampes des rues Raynouard (itinéraire A), de Magdebourg (itinéraire B) et Lepic (itinéraire C), la descente de la rue Ménilmontant, les pavés du boulevard Sérurier, qui resteront légendaires parmi les concurrents et les commissaires, etc., montrent que l'auteur des itinéraires du Con-

(1) Nous devons les profils en long de ces itinéraires à l'obligeance de M. Defrance, directeur administratif des travaux de la voie, des eaux et des égouts de la ville de Paris. Ils ont été obtenus par réduction des profils en long à l'échelle décuple dressés par M. Lambert, conducteur principal du bureau de M. l'ingénieur en chef Boreux.

Digitized by Google

FIG. 3. — Vue d'ensemble des voitures du Concours dans le grand hall de remisage de l'usine Clément.

Digitized by Google

cours des Poids lourds est resté fidèle à son idée si juste de donner à nos épreuves la sanction de difficultés même plus dures que celles qu'on rencontre dans la pratique.

Les encombrements de certaines voies réparties entre les divers itinéraires, comme la rue Lafayette, la rue de Rivoli, la rue de Turbigo, les grands boulevards, la rue d'Aboukir, la rue des Petits-Champs, etc., rendaient inutile d'imposer aux voitures des arrêts et des démarrages, soit fixés à l'avance, soit à faire au commandement.

Les incidents de la circulation devaient suffire aux Commissaires pour apprécier la puissance du moteur dans les démarrages, aussi bien que pour constater l'efficacité des freins et la sûreté de l'appareil de direction.

D'ailleurs, il eût été imprudent de lancer dans Paris un grand nombre de voitures automobiles à une allure relativement rapide sans avoir été fixé sur les deux derniers points.

Le premier jour du Concours a donc été consacré à l'essai des moyens de freinage de chaque voiture à la montée et à la descente de la côte de la Tuilerie, d'une déclivité moyenne de 6 %, ainsi qu'à l'épreuve de la puissance du moteur en faisant gravir à tous les véhicules la côte du Mont-Valérien qui, sur 600 mètres de longueur, a une déclivité moyenne de 8,2 %, atteignant à un certain point 8,8.

Pour juger de l'effet que les trépidations d'une course de 560 kilom. sur des chaussées de toute nature avaient pu exercer sur les divers organes des véhicules, ces épreuves ont été recommencées avec plus de soin encore le 11 juin (fig. 2).

On a profité de ces essais pour relever minutieusement la consommation d'énergie des véhicules à moteur électrique, à différentes allures : en palier sur un excellent macadam récemment cylindré le long de la Seine, et en rampe sur l'empierrement assez défectueux de la côte du Mont-Valérien.

Quant à la facilité et à la sûreté de manœuvre de l'appareil de direction, aucun essai spécial n'a paru nécessaire car, pour entrer dans le grand hall de la nouvelle usine de Levallois (fig. 3), si obligeamment mis à la disposition de l'Automobile-Club de France par M. Clément, les voitures avaient brusquement à tourner deux fois à angle droit.

Pour en finir avec l'organisation du Concours, nous croyons devoir dire un mot des raisons qui nous ont conduit à adopter un lieu de remisage dont l'éloignement du centre de Paris a été quelque peu critiqué.

Digitized by Google

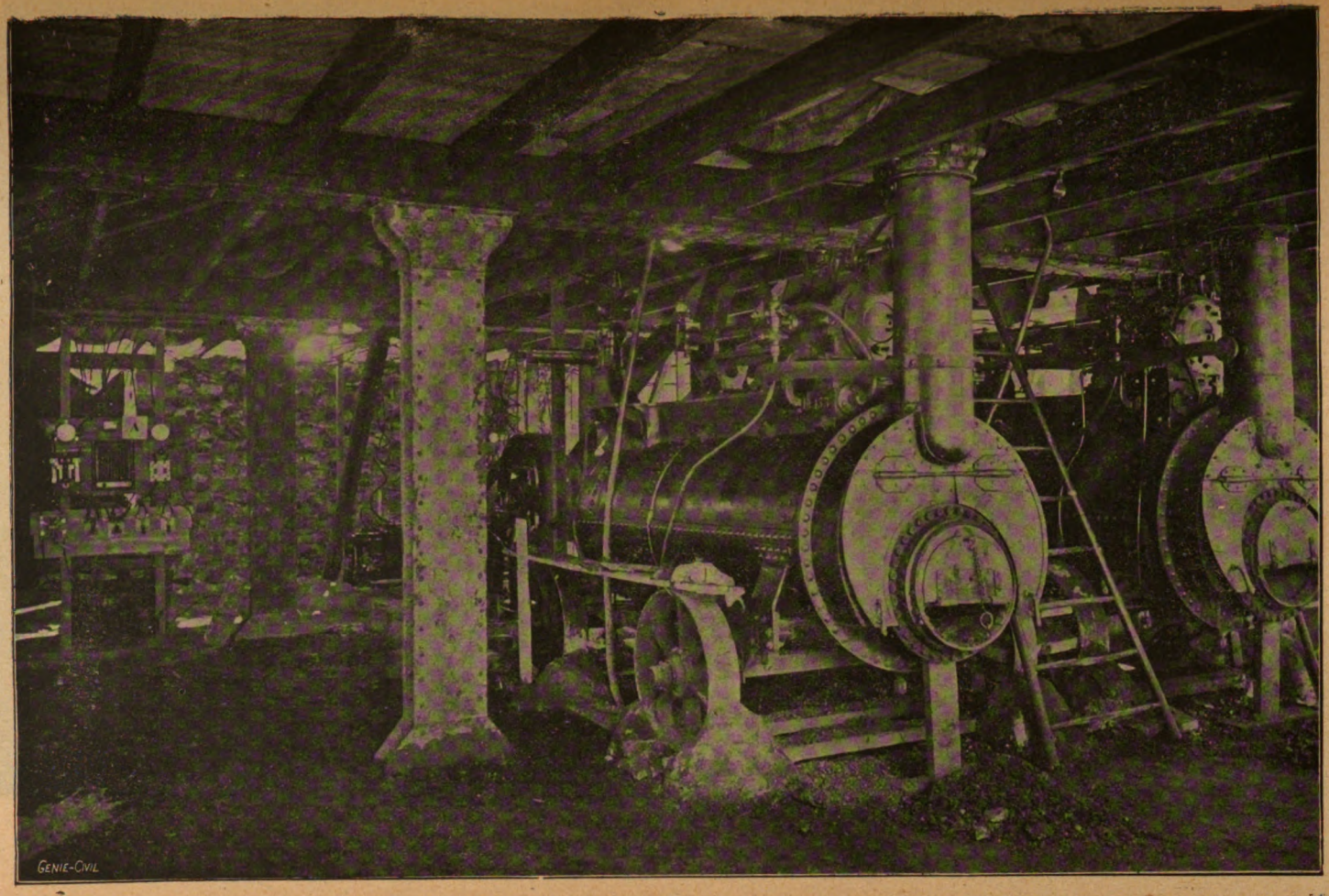



FIG. 4. — Vue intérieure de l'usine électrique provisoire.

Digitized by Google

26 voitures avaient été engagées, dont 14 avec moteur électrique et 12 avec moteur à essence. Il nous fallait pouvoir disposer d'une surface couverte d'au moins

$$26 \times 3 \times 4 = 312^{m2}.$$

De plus, il ne nous suffisait pas, comme pour le Concours des Poids lourds, d'avoir un remisage clos quelconque pour mettre les voitures à l'abri des dégradations et des intempéries ; il fallait, pour les voitures électriques, que ce parc fût voisin d'une usine électrique pouvant leur restituer tous les soirs l'énergie consommée dans la journée afin de les mettre en état d'effectuer l'itinéraire du lendemain.

Les secteurs auprès desquels nous aurions pu trouver des remisages suffisants, ne disposaient pas de l'énergie nécessaire, c'est-à-dire d'environ 150 kilowatts-heure, aux heures où les véhicules devaient charger leurs accumulateurs, c'est-à-dire de 4 heures du soir à minuit. Au contraire, près des secteurs, comme celui de Saint-Ouen, où nous aurions eu à notre disposition toute l'énergie que nous pouvions désirer, c'est le local couvert qui nous manquait.

Bref, obligés de tabler sur 26 voitures, dont 14 électriques, nous avons été trop heureux d'accepter l'offre de M. Clément et nous avons adopté pour remisage le hall de l'immense et splendide usine en construction sur le quai Michelet, à Levallois-Perret.

Nous avions à y faire fonctionner une usine électrique provisoire.

Grâce aux bons soins de nos collègues MM. Hospitalier et Camille Brault, nous avons pu, en quelques jours, faire installer par MM. Beau et Bertrand-Taillet, dans des dépendances voisines du hall de remisage, une usine composée de trois locomobiles d'une puissance de 100 chevaux actionnant trois dynamos (fig. 4).

Elle nous a permis de produire aisément, à la tension de 110 volts, de trois heures de l'après-midi à minuit, les 115 kilowatts-heure dont les concurrents ont eu besoin, en moyenne, chaque jour.

La constatation des quantités fournies aux divers concurrents (fig. 5) a été effectuée sous la direction de M. Hospitalier, par M. Paul Girault, Ingénieur électricien.

La charge régulière des accumulateurs Fulmen a été tout spécialement surveillée et dirigée par notre collègue M. Camille Brault et par l'Ingénieur de la Compagnie, M. Bertifort, qui ont assisté toutes les nuits à cette opération délicate. Bien que concurrents et principaux intéressés, leur zèle et leur dévouement n'en méritent pas moins d'être

Digitized by Google

Fig. 5.— Chargement des accumulateurs des voitures électriques, dans le grand hall de l'usine Clément.



Digitized by Google

relevés et signalés car ils ont été les principaux facteurs de la réussite du Concours.

***

Le Concours de fiacres de 1898 n'a pas eu un succès moins grand que le Concours des Poids lourds de Versailles en 1897.

Les étrangers qui ont suivi nos opérations avec soin ont été nombreux. Des Ingénieurs français, délégués par diverses Compagnies ou Sociétés de transports, ont tenu à circuler dans tous les véhicules pour se rendre compte des avantages et des inconvénients de chaque système. La presse spéciale avait de nombreux représentants. Comme pour Versailles, nous ne saurions trop les remercier des articles qu'ils ont publiés au fur et à mesure des opérations du Concours; nous leur devons le vif intérêt avec lequel le public parisien les a suivies. Si l'éloignement et l'heure matinale du départ des voitures ont écarté du quai Michelet quelques curieux, un grand nombre étaient postés aux passages intéressants que la presse leur avait signalés.

Comme preuve de l'intérêt général qu'ont suscité les voitures de place à traction électrique, nous rappellerons que la Société des Ingénieurs civils de France a bien voulu associer la Commission du Concours au grand honneur que lui a fait le Président de la République en assistant à sa séance du 11 juin, à l'occasion de la célébration de son cinquantenaire. Parmi les sujets traités devant le Président de la République, a figuré le compte rendu sommaire des résultats merveilleux obtenus par les voitures électriques.

Du reste, le lundi 13 juin, au sortir du déjeuner offert aux délégués étrangers par M. Loreau, président de la Société des Ingénieurs civils de France, les concurrents leur ont, à fort belle allure, fait remonter la rue de Magdebourg dans leurs voitures.

Le succès des fiacres électriques est consacré, pour les étrangers, par cette manifestation. Il l'a été, pour le public parisien, par l'ascension de la rue Lepic : c'est au sommet de la Butte que l'accumulateur électrique à grande capacité spécifique a pris possession de la circulation dans Paris.

Toutefois, nous ne voudrions pas qu'on pût croire que, dans notre pensée, le moteur à essence le cède, au point de vue mécanique, au nouveau venu, le moteur électrique. Le coupé Peugeot, qui a si bien soutenu dans le Concours l'honneur du moteur à essence, s'est, en effet, montré digne de la réputation de la maison qui l'a construit.

Digitized by Google

Si le programme du Concours ne nous interdisait pas dans ce rapport tout rapprochement, toutes comparaisons entre les divers concurrents, nous expliquerions avec preuves à l'appui que, si la voiture électrique satisfait mieux aux exigences des grandes sociétés ainsi qu'aux préventions du public et de l'administration, le fiacre à moteur à essence est le seul qui peut permettre au conducteur isolé de se lancer dans l'arène parisienne.

C'est donc avec regret que nous avons à relever l'abstention en masse des voitures de place automobiles à moteur à essence qui, après s'être fait inscrire au nombre de douze, n'ont été finalement représentées que par le coupé Peugeot.

***

**Classification des véhicules.** — Des vingt et un véhicules engagés, quatorze seulement se sont présentés plus ou moins tard au Concours ou en ont rempli les diverses obligations d'une manière plus ou moins intermittente ; sept seulement ont accompli l'intégralité des épreuves et en ont surmonté victorieusement les difficultés.

Nous ne parlerons que des vainqueurs pour ne pas avoir à allonger notre rapport par des explications sur les causes, le plus souvent sans importance, des accidents qui, en entravant la marche des autres véhicules, les ont empêchés de satisfaire à toutes les prescriptions du Concours.

L'article 4 du programme classe les véhicules en diverses catégories :

I. Voitures a deux places.

*a)* Fermées.
*b)* Découvertes avec capote.
*c)* Pouvant se fermer et se découvrir instantanément.

II. Voitures a quatre places.

*a)* Fermées avec galerie pour bagages.
*b)* Découvertes avec capote.

III. Voitures a six places.

Fermées avec galerie pour bagages (600 kilogrammes).

A prendre à la lettre ces prescriptions du programme, nous devrions rendre compte des constatations des commissaires et donner le résultat des calculs du Jury pour les divers véhicules dans l'ordre suivant :

Digitized by Google

**1re Catégorie.** — *Voitures à deux places fermées.*

*a)* ÉLECTRICITÉ. { Coupé n° 13. / Cab n° 25.

**2e Catégorie.** — *Voitures mixtes à deux places pouvant se découvrir et se fermer instantanément :*

*b)* ÉLECTRICITÉ. — Landaulet n° 23.

**3e Catégorie.** — *Voitures à quatre places fermées et à galerie :*

*c)* ÉLECTRICITÉ. — Coupé n° 16.

**4e Catégorie.** — *Voitures à quatre places découvertes :*

*d)* ÉLECTRICITÉ. — Victoria n° 3.

**Hors catégorie.** — *Voitures à trois ou quatre places fermées, sans galerie :*

*e)* ESSENCE. — Coupé n° 12.

*f)* ÉLECTRICITÉ. — Coupé n° 1.

Cependant, la construction de toutes ces voitures est telle que sauf pour le cab n° 25, la caisse montée sur le châssis peut facilement s'enlever et être remplacée par une autre d'un type différent. Il semble donc préférable de grouper ensemble toutes les voitures d'un même constructeur.

D'un autre côté, chacun des concurrents a un système d'utilisation du moteur qui nous paraît justifier un groupement plus méthodique et partant plus intéressant des divers types.

Dans ces conditions, nous adopterons pour les diverses voitures du Concours l'ordre suivant :

**1re Catégorie.** — *Voitures à moteur unique ou le mouvement est transmis aux roues motrices par l'intermédiaire : d'un équipage d'engrenages permettant d'obtenir la variation mécanique de la vitesse, d'un différentiel et de chaînes :*

ESSENCE. — Coupé n° 12 *(Peugeot)*.
ÉLECTRICITÉ. — Coupé n° 13 *(Jenatzy)*.

**2e Catégorie.** — *Voitures à moteur unique où le mouvement est transmis aux roues motrices par l'intermédiaire : d'un équipage d'engrenages invariable, d'un différentiel et de chaînes, et où la variation de vitesse des roues motrices est obtenue par une variation correspondante de vitesse du moteur :*

ÉLECTRICITÉ. { Landaulet n° 23. / Cab n° 25. } *(Jeantaud)*.

Digitized by Google

3e Catégorie. — *Voitures à deux moteurs, un pour chaque roue motrice, avec le moyeu de laquelle l'axe moteur est en relation directe par un jeu d'engrenages invariable et où la variation de vitesse de chaque roue motrice est obtenue par une variation correspondante de la vitesse du moteur :*

ÉLECTRICITÉ. { Coupé n° 1. / Victoria n° 3. / Coupé à galerie n° 16. } *(Kriéger).*

Quelques Commissaires ont exprimé le regret d'avoir à constater que certains concurrents avaient négligé le type de la voiture légère, à deux places, indispensable cependant à l'homme d'affaires qui, dans sa matinée, a besoin de visiter beaucoup d'industriels, de constructeurs dont les usines se trouvent fréquemment en des points opposés de la périphérie de Paris.

Surtout pour la voiture électrique, obligée de porter un poids relativement considérable d'accumulateurs, il leur semblait désirable que l'on cherchât à réduire autant que possible la charge à transporter au lieu de l'accroître en vue de satisfaire à des besoins moins probables.

Il faut évidemment disaient-ils, des fiacres à quatre places et à galerie pouvant porter 400 kilogr., mais il est non moins indispensable d'en avoir à deux places, ne transportant que 140 kilogr. au plus de charge utile.

En tout cas, la voiture fermée à quatre places, sans galerie, leur paraissait un type défectueux.

Ils aimaient à rappeler que le coupé à deux places de la Compagnie Générale des voitures pèse, avec son cocher, 529 kilogr., et le mylord 500 kilogr. dans les mêmes conditions.

En regard, ils plaçaient les poids relativement considérables des accumulateurs que tous les concurrents avaient cru devoir adopter :

| | Poids | | | | Rapport |
|---|---|---|---|---|---|
| | des accumulateurs. | de la voiture en ordre de marche. | de la charge utile. | total de la voiture chargée. | de la charge utile au poids total. |
| | — | — | — | — | — |
| N° 25 . Kilogr. | 404 | 1 270 | 140 | 1 410 | 10,00 °/. |
| N° 23 . . . . . | 457 | 1 450 | 210 | 1 660 | 12,60 °/. |
| N° 1 . . . . . | 457 | 1 360 | 280 | 1 640 | 17,00 °/. |
| N° 16 . . . . . | 457 | 1 370 | 400 | 1 770 | 18,00 °/. |
| N° 13 . . . . . | 465 | 1 662 | 140 | 1 802 | 7,76 °/. |

Digitized by Google

Alors que même pour le Coupé n° 12, à moteur à essence, les poids étaient encore :

| | Poids | | | | Rapport |
|---|---|---|---|---|---|
| | des approvisionnements. | de la voiture en ordre de marche. | de la charge utile. | total de la voiture chargée. | de la charge utile au poids total. |
| | — | — | — | — | — |
| N° 12. Kilogr. | 64 | 1 080 | 210 | 1 290 | 16,00 °/. |

Aussi faisaient-ils remarquer que le cheval du coupé ou du mylord de la Compagnie générale n'exerce qu'un effort de traction moyen de 21 ou 26 kilogr., suivant que la voiture est à vide ou en charge, tandis que dans les constatations du Concours on relevait, pour certaines voitures, des chiffres de traction notablement plus élevés.

A l'objection que le cheval qui traîne ces voitures légères pèse environ 400 kilogr., ils répondaient, qu'en tout cas, le poids total (voyageurs, cocher, véhicule et cheval) ne s'élève qu'à 929 kilogrammes.

Cependant une voiture électrique légère figurait au Concours; c'est la Drowski, de M. Jeantaud :

| | Poids | | | | Rapport |
|---|---|---|---|---|---|
| | des accumulateurs. | de la voiture en ordre de marche. | de la charge utile. | total de la voiture chargée. | de la charge utile au poids total. |
| | — | — | — | — | — |
| N° 26. Kilogr. | 352 | 950 | 140 | 1 090 | 12,84 °/. |

Nous regrettons vivement que des accidents dus à l'appareil de direction, et peut-être aussi au conducteur, n'aient pas permis à cette voiture d'effectuer tous les parcours.

***

**Prix de revient.** — NATURE ET DURÉE DU TRAVAIL. — Le programme porte que les voitures devront pouvoir effectuer chaque jour 60 kilom. en 16 heures, mais que pour la commodité des Commissaires, cette distance sera parcourue aussi rapidement que possible.

En fait, le parcours a été effectué en trois étapes d'à peu près 20 kilom. chacune, séparées: les deux premières, par un repos d'une demi-heure, les deux dernières, par une halte d'une heure consacrée au déjeuner.

Les consommations constatées pendant le Concours ne correspondent donc pas à la réalité du service des fiacres.

Ceux-ci, en effet, ne travaillent que quelques heures effectives sur les 16 heures qu'ils passent sur la voie publique.

Digitized by Google

D'après les renseignements recueillis aux sources les plus autorisées :

La durée de sortie de la voiture est de . . . . . 16 heures.
Le nombre de kilomètres parcourus est de . . . . . 65 kilom.
Le travail s'effectue en . . . . . 10 chargements.
La durée moyenne d'un chargement à la course est de . . . 20 minutes.
— — — à l'heure est de . . . 1 h. 10 m.

Les 10 chargements par jour se divisent en :
4 à la course ;
6 à l'heure.

Les 16 heures de travail se répartissent en :
1 h. 20 m. pour 4 chargements à la course de 20 minutes en moyenne ;
7 heures pour 6 — à l'heure de 1 h. 10 —
5 h. 10 m. en maraude ;
2 h. 30 m. pour repas.

La vitesse du travail est, à la course, de 4 m. p. 1 kilom., soit 15 kilom. à l'heure.
— — à l'heure, de 6 m. — 10 —
— — en maraude, de 15 m. — 4 —

Le parcours en kilomètres est, en nombre rond, de 65 kilom. ainsi répartis :
20 kilom. pour 4 chargements à la course ;
25 kilom. pour 6 — à l'heure ;
20 kilom. en maraude.

Au point de vue de la vitesse, le travail a lieu de la manière suivante :
20 kilom. à la vitesse de 15 kilom. à l'heure ;
25 kilom. — 10 kilom. —
20 kilom. — 4 kilom. —

Le travail à 15 kilom. à l'heure représente 30,76 °/₀ du travail total.
— 10 kilom. — 37,53 °/₀ —
— 4 kilom. — 31,69 °/₀ —

Un des plus grands avantages que la traction mécanique offrira aux Sociétés de voitures de place sera certainement de leur permettre de reporter leurs remisages ou dépôts, en dehors de l'enceinte de Paris où les terrains sont beaucoup moins chers et où les droits d'octroi sont moins élevés.

Dès lors, les courses improductives paraîtraient devoir être augmentées de $2^{km}5$ le matin et de $2^{km}5$ le soir ; mais le relayage sera supprimé : dès lors le trajet total restera probablement le même.

D'un autre côté, avec le système des petites courses à 0 fr. 60 et 0 fr. 80, il y a lieu d'espérer que le temps des voitures automobiles sera mieux utilisé, c'est-à-dire que leur conducteur aura moins d'allées et venues à faire qu'à la recherche du client à 1 fr. 50.

Digitized by Google

Nous admettrons donc que le travail se répartira de la manière suivante :

45 kilom. à l'allure de service ou de 15 kilom. à l'heure en moyenne ;
5 kilom. — 10 kilom. —
15 kilom. — de maraude ou de 6 kilom. (1) — —

Pour les moteurs électriques, cette hypothèse suffit pour déterminer leur consommation d'énergie, puisque cette consommation est nulle pendant les arrêts.

Pour les moteurs à essence, il faut encore faire une autre supposition. En effet, s'il est certain que les brûleurs ne devront jamais être éteints, sauf pendant la durée des repas, on est moins fixé sur ce qui se passera en pratique pour le moteur. Devra-t-il marcher à vide, ou pourra-t-il être arrêté lorsque le fiacre sera en station ?

Avec les habitudes actuelles des fiacres, il faudra toujours que la voiture avance en même temps que celle qui la précède. S'il veut éviter les récriminations des autres cochers peu bienveillants pour l'automobile, le conducteur d'un pareil fiacre devra ou conserver son moteur en marche lorsqu'il sera en station, ou se résigner à pousser sa voiture à bras.

Par suite, nous pensons que pour calculer le prix de revient de la journée d'un fiacre automobile *à essence*, à inflammation par tubes incandescents, il faut admettre :

1° Que les brûleurs resteront allumés (2), sinon pendant les 16 heures de présence sur la voie publique, de 8 heures du matin à minuit, au moins pendant 13 heures $^1/_2$, c'est-à-dire déduction faite des repas du conducteur ;

2° Que le moteur marchera à vide au moins la moitié du temps qu'il restera en station, et que sa consommation en maraude (3), au

(1) Nous expliquerons plus loin pourquoi nous augmentons la vitesse de la maraude.

(2) Pour le fiacre à essence, l'allumage électrique semble devoir s'imposer.

(3) *Maraude.* — On trouvera peut-être étonnant que, dans nos calculs, nous donnions une estampille en quelque sorte officielle à la « maraude ». Tout le monde, en effet, proteste généralement contre elle. Il est vrai que c'est lorsqu'il fait beau ; car, de même que, bien portant, l'on se rit des médecins, qu'on s'empresse d'envoyer chercher dès qu'on se croit malade, de même lorsqu'une pluie d'orage le force à se réfugier sous une porte cochère, le plus acerbe contempteur de la maraude est bien heureux de penser que tous les fiacres ne se sont pas rabattus sur une station lointaine, et qu'il pourra héler un « maraudeur » au passage.

La maraude ne disparaîtra pas, quelles que soient les plaintes des piétons et

Digitized by Google

pas, sera sensiblement la même que marchant à vide, soit pendant 6 heures ;

3° Qu'il sera éteint 2 heures $^1/_2$, pendant le déjeuner et le dîner du conducteur ;

4° Que le moteur marchera à pleine consommation durant 8 h. 40 m. c'est-à-dire pendant le temps nécessaire à effectuer :

45 kilom. à l'allure de 15 kilom. à l'heure, en 4 courses de 20 minutes en moyenne, et en 7 heures utilisées par des clients pour faire des visites d'affaires ou de société avec arrêts plus ou moins prolongés, soit pendant 8 h. 20 minutes ;

5 kilom. pour se rendre du dépôt au lieu de travail et *vice versa*, soit pendant 20 minutes.

De même, pour calculer le prix de revient de la journée d'un fiacre *électrique*, nous admettrons :

1° Que le moteur marchera à pleine consommation pendant le temps nécessaire à effectuer 45 kilom., en 4 courses de 20 minutes en moyenne et en 7 heures de chargements, soit pendant 8 h. 20 minutes ;

---

des automobilistes, parce qu'elle est aussi nécessaire au public qu'utile aux cochers.

Autrefois, les voitures de place étant exploitées en régie, les cochers devaient, pour permettre le contrôle des propriétaires des fiacres, se rabattre sur une station dès qu'ils ne travaillaient plus. Ceux qui, entre deux chargements dûment enregistrés par les surveillants des stations, pouvaient effectuer une course dont ils empochaient le prix, commettaient un délit. De là le nom de « maraudeur » donné à celui qui, au lieu de rabattre sur la station la plus proche, cherchait à racoler un client au passage.

Aujourd'hui, le cocher paie sa voiture tant la journée et travaille pour son compte. Il commence et finit son travail comme bon lui semble ; il l'exécute sans surveillance. Par suite, il dépend de son activité à rechercher le client que son travail soit plus ou moins fructueux.

Il tombe sous le sens que l'on ne peut astreindre à une même réglementation le cocher qui, payé à la journée, se résigne facilement à attendre nonchalamment que le client vienne le réclamer, par hasard, à une station plus ou moins déserte, et le cocher actif et vigilant qui, fermier de sa voiture, désire, comme tout bon commerçant, pouvoir aller offrir sa marchandise là où il espère rencontrer le client.

Cependant, si la maraude est licite et même nécessaire, il faut bien toutefois reconnaître qu'elle est une des causes les plus sérieuses d'encombrement des voies fréquentées de l'intérieur de Paris.

A cet égard, il y a lieu de se demander s'il ne serait pas possible d'arriver à la supprimer sur les voies où, comme sur les grands boulevards, les stations sont assez rapprochées pour enlever toute utilité aux fiacres en quête de clients.

Il semble, en tou cas, qu'il devrait être interdit aux fiacres en maraude de marcher deux ou trois de front à une allure qui entrave la circulation des voitures allant dans le même sens ; il conviendrait surtout de les empêcher de tourbillonner dans les carrefours, où leurs crochets imprévus constituent le plus grand danger pour les piétons aussi bien que pour les autres véhicules.

Digitized by Google

2° Que le moteur marchera à la consommation correspondant à la vitesse de 6 kilom., en faisant 15 kilom., à la recherche des clients, dans les endroits fréquentés;

3° Que le moteur marchera à la vitesse de 10 kilom. pour se rendre du dépôt au centre de ses opérations le matin et *vice versa* le soir, en effectuant 5 kilomètres;

4° Que le moteur restera inutilisé le reste du temps.

Nous avions d'abord pensé n'avoir à nous occuper que du prix de revient de la journée de fiacre, puisque actuellement le plus grand nombre des voitures sont louées à la journée par leurs cochers et que le tarif, c'est-à-dire la recette, reste le même quel que soit le nombre des voyageurs dans certaines limites.

Cependant, comme on nous a fait remarquer qu'il est de plus en plus question des petites courses au-dessous du tarif, il nous a paru bon de calculer le prix de revient de la voiture-kilomètre.

Du reste, ce prix se déduira facilement du précédent en le divisant par le nombre de kilomètres (45) supposés devoir être effectivement utilisés.

Nous ferons également ressortir le prix de revient du kilomètre en sus, c'est-à-dire du kilomètre pour lequel, admettant que tous les frais généraux sont payés par les chargements déjà effectués, on n'a plus à compter que la dépense afférente à l'énergie consommée.

Consommation d'énergie. — Les éléments nécessaires au calcul de la consommation réelle de l'énergie dans les conditions pratiques que nous venons de faire connaître, résultent des constatations suivantes, faites pendant le Concours :

1° *Essence.* — Le matin, avant le départ du Coupé n° 12, on constatait le niveau de l'essence dans le réservoir placé sous le siège du conducteur.

A la rentrée à l'usine, le Commissaire notait la quantité d'essence qu'il fallait verser dans le réservoir pour obtenir le niveau constaté avant le départ. On avait ainsi la consommation du moteur pendant le service en pleine vitesse, car, pendant les deux haltes, le moteur était éteint.

Pour déterminer la quantité d'essence consommée par les brûleurs, dont le réservoir était distinct, on a, le 8 juin, procédé à un essai de deux heures à l'usine. On a ainsi constaté ce que les brûleurs consommaient en une heure.

En même temps, on a fait marcher le moteur à vide. Sa consommation, soigneusement réglée par le représentant de M. Peugeot et

Digitized by Google

notée par M. le commissaire Bardy, a permis de constater ce qu'il faudrait compter pour la dépense de la marche à vide en station.

2° *Électricité.* — Outre les relevés fort intéressants de l'énergie consommée pendant les essais des 1er et 11 juin, à différentes vitesses en palier et en rampe, par la lecture des ampèremètres et des voltmètres dont chaque voiture du concours était munie, il a été tenu tous les jours à l'usine un compte très exact de l'énergie électrique fournie aux bornes des batteries d'accumulateurs de chaque voiture pour compenser ce qu'elle avait dépensé dans la journée.

Évidemment ces consommations journalières prises isolément n'ont pas une signification bien précise.

En effet, on ne connaissait pas la quantité totale d'énergie électrique contenue dans les accumulateurs de chaque voiture à son arrivée au Concours.

D'un autre côté, diverses causes ont empêché, à certains jours, quelques concurrents de restituer exactement chaque soir aux accumulateurs la quantité d'énergie consommée.

Seule la somme de toutes les quantités fournies peut donner un renseignement sérieux; mais à la condition cependant que chaque journée ait été consacrée à des épreuves à peu près identiques. Or, il n'en a pas été ainsi tous les jours.

Les 1er et 11 juin, les parcours n'ont en rien ressemblé à ceux des jours intermédiaires. D'un autre côté, le 10 juin, certains véhicules ont procédé à des expériences dites d'épuisement, pour établir le nombre total de kilomètres que l'énergie totale emmagasinée dans leurs accumulateurs permettrait d'effectuer à la rigueur. Quelques-uns sont rentrés tellement tard à l'usine qu'ils n'ont pu certainement restituer entièrement à leurs accumulateurs toute l'énergie consommée dans ces expériences (1).

Dans ces conditions, nous estimons que pour retirer des constatations faites à l'usine, une notion précise de la consommation en énergie électrique des divers véhicules, il ne faut considérer que les quantités d'énergie fournie les 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 juin.

(1) Ces expériences ont été trouvées très intéressantes par les personnes qui attachent surtout de l'importance à la voiture électrique pour châtelains ou touristes. Quant à nous, nous les considérons comme une des meilleures preuves que les concurrents avaient quelque peu perdu de vue le but du Concours, c'est-à-dire les exigences spéciales du service des voitures de place automobiles dans Paris.

Digitized by Google

Elles nous permettront de déterminer la consommation moyenne de chaque voiture-kilomètre correspondant à la vitesse de service; de même la consommation de la voiture-kilomètre en sus. Les éléments nécessaires au calcul de la consommation d'énergie pendant la maraude et pendant les allées et venues du dépôt au centre de travail et *vice versa*, devront être déduites des constatations faites par les Commissaires pendant les essais à différentes vitesses en palier.

Toutefois le calcul de la consommation d'énergie correspondant à ces particularités du service des fiacres comporte une certaine hypothèse.

Nous avons : d'une part, la quantité d'énergie électrique fournie à l'usine par voiture-kilomètre; de l'autre, la quantité d'énergie électrique consommée en palier par voiture-kilomètre d'après les relevés des ampèremètres et voltmètres par les Commissaires pendant les essais.

Nous remarquerons de suite qu'il existe entre ces deux quantités un rapport qui est variable pour chaque voiture. Il dépend évidemment du rendement des accumulateurs (1) et de celui du moteur, mais aussi de la manière dont le conducteur a su manœuvrer son combinateur et utiliser ses divers moyens de freinage, de façon à éviter des arrêts et, par suite, des démarrages inutiles, ou imprimer à son véhicule la vitesse qui correspondait au maximum de rendement d'après les déclivités.

Pour déduire des consommations constatées aux différentes vitesses, pendant les essais en palier, la fourniture d'énergie électrique correspondant à ces mêmes vitesses en service, nous avons multiplié les premières par le rapport trouvé ci-dessus.

Pour une évaluation approximative de la dépense d'énergie en maraude et à l'allure lente de la voiture regagnant son dépôt, nous croyons que cette manière de faire est admissible.

Entretien. — La consommation d'énergie et la conduite de la voiture automobile ne sont pas les seules dépenses dont nous avons à tenir compte. Le prix de revient de la journée comprend aussi l'entre-

(1) Comme tous les accumulateurs provenaient de la même maison, nous avons éliminé cette cause de variation en admettant un même rendement (75 °/₀) pour toutes les voitures et alors nous avons obtenu de nouveaux rapports entre l'énergie consommée par chaque voiture-kilomètre en service et en essai.

Digitized by Google

tien du moteur et des accumulateurs, des pneumatiques et du véhicule proprement dit.

Les pneumatiques nous paraissent indispensables à la voiture automobile, que son moteur soit à essence ou électrique, non pour le confortable du voyageur[1], mais pour le bon fonctionnement et la conservation du moteur et des accumulateurs.

Dans l'état actuel, on ne peut guère compter moins de 2 francs par jour de service pour leur entretien [2].

Pour les moteurs, il y a lieu de distinguer entre ceux à essence, c'est-à-dire à mouvement alternatif par explosion, et ceux électriques, c'est-à-dire à mouvement rotatif à peu près uniforme.

Dans les premiers, tous les organes fatiguent évidemment beaucoup plus que dans les seconds.

Pour tous, les renseignements précis manquent au sujet des dépenses journalières qu'entraîne leur entretien normal, c'est-à-dire le remplacement des pièces usées par le jeu régulier des organes.

A prendre à la lettre les chiffres indiqués dans le compte rendu des essais des voitures de livraison, à essence, des grands magasins du Louvre et du Printemps, ces dépenses seraient très élevées; mais si on remarque qu'elles comprennent des transformations exigées par le Service des Mines, on arrive à espérer qu'après quelque temps de service, elles ne dépasseront pas 3 francs par jour.

Pour les moteurs électriques, nous ne croyons pas que la dépense puisse s'élever au tiers de la précédente, soit 1 franc par jour. Voici pourquoi :

On connaît aujourd'hui, avec assez d'approximation, la dépense annuelle d'entretien des moteurs électriques pour tramways. Elle est d'environ 20 °/₀ de leur prix d'achat.

Or, le moteur électrique d'un fiacre, avec toutes ses transmissions, ne coûtera pas 1 000 francs lorsqu'on le construira industriellement par centaines à la fois.

---

(1) Autrement nous devrions en faire intervenir la dépense d'entretien dans le prix de revient de la journée du fiacre à traction animale.

(2) Peut-être pourrait-on diminuer cette dépense en n'adoptant des pneus que pour les roues motrices et en employant des pleins pour les autres roues. Un concurrent avait adopté cette solution pour une de ses voitures. Les inquiétudes que, pendant un jour pluvieux, il manifestait au sujet des dérapages possibles de cette voiture, suffisent pour nous empêcher de conseiller cette économie.

Digitized by Google

La dépense d'entretien, d'après la proportion des tramways, serait donc de 200 francs par an.

Nous la porterons cependant à 365 francs, pour tenir compte de ce que, malgré les pneus, les trépidations seront toujours plus fortes sur les fiacres, et aussi de ce que, pendant au moins les premiers temps, le moteur coûtera certainement plus de 1 000 francs.

Pour les fiacres à moteur électrique, il faut en outre tenir compte de l'entretien des accumulateurs, qui comprend le renouvellement progressif des plaques fatiguées. Il varie avec leur mode de construction et les variations du régime de décharge en service.

L'expérience des tramways électriques qui, dans l'intérieur de Paris où le conducteur aérien est interdit, sont obligés d'utiliser les accumulateurs, est aujourd'hui assez longue pour qu'on soit à peu près fixé sur le prix de leur entretien; mais ces accumulateurs à base de plomb ont paru jusqu'ici trop lourds pour être adoptés sur les fiacres.

Pour ceux-ci, où la rapidité de charge n'est pas indispensable, il faut des accumulateurs à grande capacité, sous un poids relativement faible. Jusqu'à ce jour, les accumulateurs à oxyde rapporté semblent avoir été préférés.

L'expérience ne s'est pas encore prononcée, et nul ne peut dire exactement ce que coûtera l'entretien de pareils accumulateurs, en service sur des voitures de place, dans une ville comme Paris.

On a cité le prix de 2 fr. 50 alloué pour l'entretien des accumulateurs des fiacres électriques à Londres; mais, outre que ces accumulateurs sont un peu lourds et ne semblent pas avoir une capacité suffisante, on prétend que la Compagnie contractante est loin de trouver ce prix rénumérateur pour elle.

Nous basant sur des propositions sérieuses faites à divers concurrents, nous compterons 4 francs par charge et pour un poids d'accumulateurs (genre Fulmen) de 450 kilogrammes.

Dépenses diverses. — Évidemment, toutes ces dépenses ne représentent pas les charges journalières d'un fiacre en service dans Paris.

Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à se reporter au rapport que chaque année le Conseil d'administration de la Compagnie Générale des Voitures à Paris remet à ses actionnaires.

On y voit qu'actuellement le prix de revient de la journée d'un fiacre à traction animale peut, après modification de certains chiffres à raison des conditions spéciales à cette Compagnie, être fixé à :

Digitized by Google

| | |
|---|---|
| Dépenses d'administration et diverses . . . . . Fr. | 0,82 |
| Accidents et avaries . . . . . | 0,34 |
| Loyer des dépôts et entretien des bâtiments . . . . . | 1,02 |
| Personnel : palefreniers, laveurs, etc. . . . . | 0,94 |
| Cochers . . . . . | 5,37 |
| Taxes et impôts . . . . . | 2,42 |
| Cavalerie . . . . . | 5,68 |
| Matériel . . . . . | 2,67 |
| TOTAL . . . . Fr. | 19,26 |

Les dépenses d'administration et diverses ne semblent pas pouvoir varier avec la transformation de la traction.

De même pour les accidents et avaries, malgré ce que quelques personnes peuvent appréhender d'après tout le bruit fait en ce moment au sujet des prétendus dangers de l'automobilisme.

Au contraire, le loyer des dépôts 0 fr. 89 et l'entretien des bâtiments 0 fr. 13, soit en tout 1 fr. 02, subiront une certaine diminution.

Non seulement, même en y comprenant l'usine électrique et les halls de charge des accumulateurs, la voiture automobile occupera beaucoup moins de place que la voiture à traction animale, avec ses 3 chevaux et demi et les approvisionnements correspondants, mais, de plus, les dépôts pourront être reportés en dehors de Paris, où les terrains ont une valeur bien moindre.

On ne saurait non plus comparer l'entretien d'une écurie et de ses annexes à celui de simples halls de remisage des voitures et de charge des accumulateurs.

Nous compterons, de ce chef, une économie de 0 fr. 51.

Les frais de personnel semblent devoir diminuer, car les 0 fr. 94 comprennent 0 fr. 42 pour les palefreniers et 0 fr. 34 pour les laveurs (1).

Pour les taxes et impôts, il y a lieu d'espérer une diminution tout au moins sur les droits d'octroi, qui entrent pour 1 fr. 07 dans le total de 2 fr. 42. On peut craindre, il est vrai, que la Ville de Paris n'augmente le droit de stationnement pour rattraper ce qu'elle perdra sur l'oc-

(1) Avec des accumulateurs facilement amovibles, le lavage d'un fiacre automobile ne semble pas devoir être plus coûteux que celui du fiacre actuel.

Quant aux palefreniers, ils disparaîtront et seront remplacés par des ouvriers préposés à la charge ou à l'entretien des accumulateurs. Leur salaire rentrera dès lors dans le prix de revient de l'énergie consommée.

Digitized by Google

troi; bien que la traction mécanique doive certainement diminuer les frais d'entretien de ses chaussées, les frais de balayage des stations, etc.

Les 5 fr. 68 (1) de cavalerie, correspondant à 3 chevaux 1/2 par numéro de fiacre, disparaissent, mais ils sont remplacés par la consommation d'énergie et l'entretien des accumulateurs.

Les 2 fr. 67 du matériel seront notablement augmentés, car, à l'entretien de la caisse et des roues, compté 2 francs, viendront s'ajouter l'entretien des pneumatiques, soit 2 francs, et celui du moteur et de ses transmissions, pour lesquels nous compterons : 3 francs avec le moteur à essence et 1 franc avec le moteur électrique (2).

Calcul du prix de revient. — En résumé, nous estimons qu'on peut établir comme suit, le prix de revient d'un fiacre à traction mécanique (essence et électricité) comparativement avec celui d'un fiacre à traction animale :

| | | CHEVAL | | ESSENCE | | ÉLECTRICITÉ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Dépenses d'administration et diverses | | 0,82 | | 0,82 | | 0,82 | |
| Accidents et avaries | | 0,34 | 3,58 | 0,24 | 3,16 | 0,34 | 3,16 |
| Taxes et impôts | | 2,42 | | 2,00 | | 2,00 | |
| Loyer des dépôts. Entretien des bâtiments | | 1,02 | 1,02 | 0,30 | 0,30 | 0,51 | 0,51 |
| Personnel. | Cochers | 5,37 | 6,31 | 5,37 | 5,71 | 5,37 | 5,81 |
| | Palefreniers, laveurs | 0,94 | | 0,34 | | 0,44 | |
| Matériel. | Véhicule | 2,67 | | 2,00 | | 2,00 | |
| | Pneus | » | 2,67 | 2,00 | 7,00 | 2,00 | 5,00 |
| | Moteur et Transmission | » | | 3,00 | | 1,00 | |
| | | | 13,58 | | 16,38 | | 14,48 |
| Entretien des accumulateurs | | » | 5,68 | » | | » | 4,00 |
| Énergie motrice | | 5,68 | | » (*) | | » (*) | |
| | | | 19,26 | | | | |

(*) A déterminer d'après les résultats du Concours.

(1) La dépense réelle est de 5 fr. 79, mais il y a lieu d'en déduire la recette de 0 fr. 11 provenant de la vente des fumiers.

(2) Peut-être eût-il été plus rationnel de mettre l'entretien du moteur et de la transmission avec la dépense d'énergie et l'entretien des accumulateurs en regard de la dépense de la cavalerie.

Digitized by Google

Si les constatations du Concours nous permettent de déterminer, au moins approximativement, la quantité d'énergie électrique consommée par journée de voiture ou par voiture-kilomètre, les conditions toutes spéciales dans lesquelles a fonctionné l'usine provisoire, ne peuvent nous fournir aucun renseignement sur le prix de revient de cette énergie.

Heureusement à cet égard, les documents abondent.

Nous adopterons le prix de 0 fr. 12 pour le kilowatt-heure fourni aux bornes des accumulateurs que la Compagnie générale des Voitures à Paris espère obtenir dans l'usine qu'elle va établir pour la mise en service de 1 000 fiacres électriques (1).

Ce prix de revient, notablement inférieur à celui auquel les divers secteurs livrent l'électricité, même aux tramways, ne pourra être obtenu que si chaque voiture dispose d'assez de batteries d'accumulateurs pour que l'une soit en service, pendant que les autres seront disponibles pour être chargées dans les conditions de constance et de continuité de production d'énergie électrique qui seules assureront la marche économique de l'usine.

Cette dernière considération corrobore donc ce que nous avons dit sur l'absolue nécesssité d'avoir, au point de vue du lavage de la voiture, des accumulateurs facilement et économiquement amovibles.

---

(1) Nous avons sous les yeux le tarif proposé à la ville de Brive pour la fourniture d'énergie électrique motrice. Il est vrai que l'usine sera pourvue d'un moteur hydraulique ; mais les prix en sont quelque peu inférieurs à celui sur lequel nous tablons.



Digitized by Google

# COMPTE RENDU DES CONSTATATIONS DU CONCOURS

## Iʳᵉ CATÉGORIE

*Voitures à moteur unique où le mouvement est transmis aux roues motrices par l'intermédiaire : d'un équipage d'engrenages permettant d'obtenir la variation mécanique de la vitesse, d'un différentiel et de chaînes.*

### I. — Essence.

### Coupé Peugeot (nº 12).

Cette voiture, qui était inscrite sous le nº 12, a été construite et présentée par la Société des automobiles Peugeot (1).

*But, Charge utile.* — Ce coupé a été établi en vue du transport de trois voyageurs, sans bagages, c'est-à-dire pour une charge utile de 210 kilogrammes.

*Description sommaire.* — Comme on le voit sur les figures 6 à 9 ci-après, le véhicule se compose d'une caisse fermée, renfermant

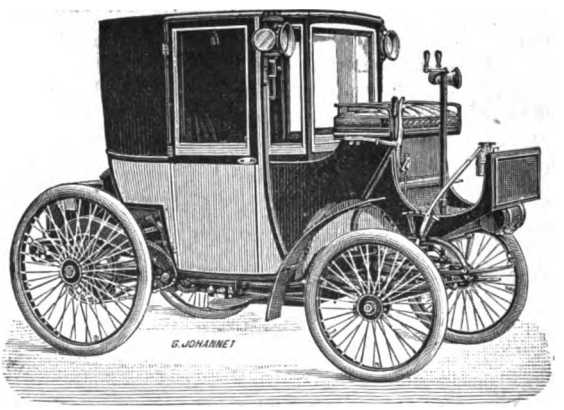



Fig. 6. — Coupé Peugeot à essence.

deux banquettes assez larges pour que quatre voyageurs puissent y

(1) Audincourt (Doubs).

Digitized by Google

prendre place, ainsi que cela est arrivé fréquemment pendant le Concours.

Le mécanicien conducteur a son siège au-dessus de l'avant-train

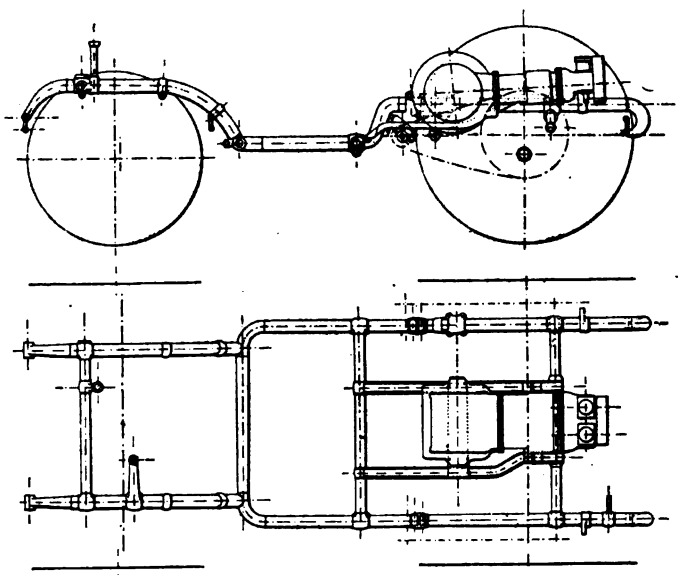


Fig. 7. — Élévation et plan du châssis du Coupé Peugeot.

Il a à sa disposition le guidon de direction, le levier de changement de vitesse, la pédale de débrayage, qui actionne en même temps le frein du différentiel, le levier des freins agissant sur les moyeux des roues arrière, etc.

Attaché à l'avant, se trouve le réservoir à essence des brûleurs.

Le moteur est placé à l'arrière. Au-dessus se trouve, accolé à la caisse, un petit coffre pour les accessoires.

Le réservoir à essence, de 35 litres de capacité, est dans le coffre du siège du conducteur. Le réservoir à eau, de 38 litres, est sous la voiture.

Sur le châssis (fig. 7), sont placés les divers arbres et organes de la transmission.

Digitized by Google

*Répartition des poids.* — Le tableau ci-dessous indique la répartition de la charge sur les essieux :

| | | POIDS | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE |
|---|---|---|---|---|
| Poids à vide . . . . . | kilogr. 937,5 | | | |
| En ordre de marche. Eau. . . . . | 38 | | | |
| Pétrole . . . . . | 24,5 | 1 080 | 616 | 464 |
| Conducteur. . . . | 70 | | | |
| Outils, huiles, etc. | 10 | | | |
| Charge utile . . . . . | kilogr. | 210 | 70 | 140 |
| POIDS TOTAL. . | kilogr. | 1 290 | 686 | 604 |

Le rapport de la *charge utile* au *poids mort*, en ordre de marche, est

$$\frac{U}{P_m} = \frac{210}{1\,080} = 0{,}20.$$

Le rapport de la charge utile au poids total est de :

$$\frac{U}{P_t} = \frac{210}{1\,290} = 0{,}16.$$

*Roues.* — Voici les principales indications concernant les roues :

| | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE |
|---|---|---|
| Diamètre des fusées . . . . . | 0m 35 — 0m 25 | 0m 38 — 0m 28 |
| Diamètre extérieur, y compris des bandages (pneus) de 0m 065 . . . . . | 0m 75 | 1m 00 |
| Rapport $\frac{f}{r}$ = | 0,04 | 0,033 |

La distance entre les deux essieux (empattement) est de 1m 90.

La largeur de la voie, d'axe en axe des bandages, est de 1m 35.

Les roues sont en métal, avec rayons normaux réglés par des parties filetées. Elles sont munies de bandages pneumatiques du système Michelin. Les moyeux sont à billes.

*Encombrement.* — La largeur de la voiture, toutes saillies comprises, est de 1m 60, et sa longueur totale de 2m 80.

*Moteur.* — Le moteur est à essence, du système Peugeot, avec allumage par tubes incandescents. Il pèse 105 kilogr., avec son volant et le plateau d'embrayage. Sa puissance est de six chevaux.

Les cylindres, au nombre de deux, sont placés horizontalement.

Digitized by Google

Leur diamètre est de 96 millimètres. La longueur de course est de 32 millimètres. Le nombre normal de tours est de 680 par minute.

Les cylindres sont refroidis par la circulation de l'eau, qu'une pompe puise dans le réservoir placé sous la voiture et refoule autour des cylindres, d'où elle revient dans le réservoir en passant par les tubes des châssis où elle se refroidit.

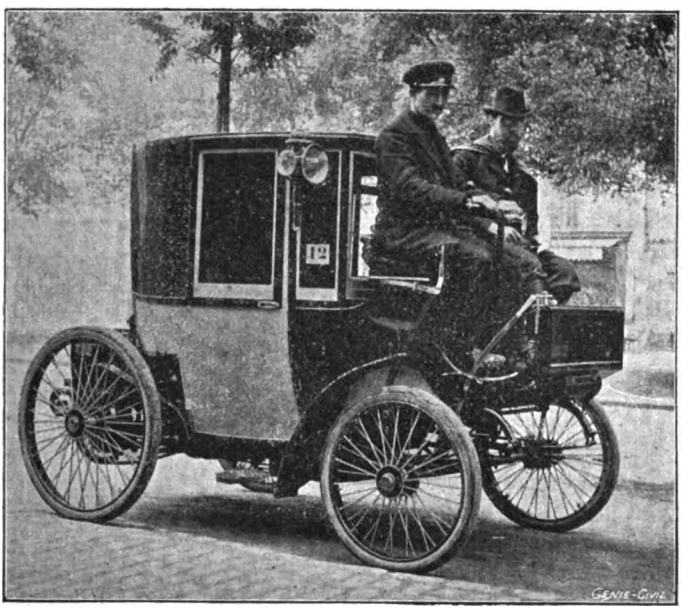


FIG. 8. — Coupé Peugeot (n° 12) ; Vue prise en ordre de marche.

Les bielles des deux cylindres attaquent le vilebrequin sur le même coude ; elles ont des mouvements concomitants. Il y a donc une explosion par tour du moteur qui est à quatre temps.

Quand l'effort demandé au moteur vient à diminuer, un régulateur l'empêche de dépasser sa vitesse normale, en agissant sur la soupape à l'échappement.

Le moteur, les bielles et l'arbre vilebrequin sont enfermés dans un carter clos, fixé par quelques boulons au châssis qui sert de bâti géné-

Digitized by Google

rel. On y introduit de temps en temps de l'huile pour assurer le graissage des paliers, des bielles et des pistons.

La visite des soupapes se fait facilement.

*Transmission.* — L'arbre moteur est horizontal et parallèle aux essieux. Il est relié à l'arbre portant le différentiel par un embrayage à friction placé sur le côté droit de la voiture. Des jeux d'engrenages permettent d'obtenir quatre vitesses avant, de 6, 10, 15 et 20 kilom., et une vitesse arrière de 6 kilomètres.

Les tiges de commande des freins sont combinées de telle sorte que le moteur est forcément débrayé quand on les serre.

L'arbre du différentiel agit sur les roues motrices par des chaînes qui se prêtent au jeu des ressorts.

Ces chaînes s'enroulent sur des roues dentées calées directement sur le moyeu de chaque roue arrière, les rais en fil de fer ne permettant pas d'y fixer la couronne dentée comme sur les roues en bois.

Avec ce dispositif, il semblerait rationnel que les rais fussent tangents pour n'avoir à résister qu'à des efforts de traction. Le constructeur déclare néanmoins n'avoir jamais éprouvé d'inconvénients du fait des rais normaux aux jantes.

*Appareils de conduite.* — L'essieu avant est du type dit « essieu à pivots ». Le braquage des roues avant est obtenu par une bielle et une chaîne passant sur deux pignons.

Le guidon est du type ordinaire des voitures Peugeot.

La bielle commandant le mouvement des roues est à peu près horizontale, quand le véhicule est en charge ; les oscillations des ressorts, dues aux cahots, ne font pour ainsi dire pas varier les distances relatives des pièces que cette bielle réunit.

*Freinage.* — Un frein à ruban, garni d'une courroie en poils de chameau, agit sur la boîte du différentiel, par l'intermédiaire d'une pédale.

Pour le cas où ce frein, le seul normalement employé, ne pourrait plus servir, par suite de la rupture ou de la chute des chaînes, un levier à main actionne deux freins à torons métalliques, agissant sur des couronnes calées sur les moyeux des roues motrices.

Un rochet, placé sur la boîte du différentiel, s'oppose au recul sur une rampe. En cas de rupture de l'une des chaînes, rien avec ce dispositif ne peut empêcher le recul, car le frein des moyeux des roues ne serre qu'en avant.

Digitized by Google

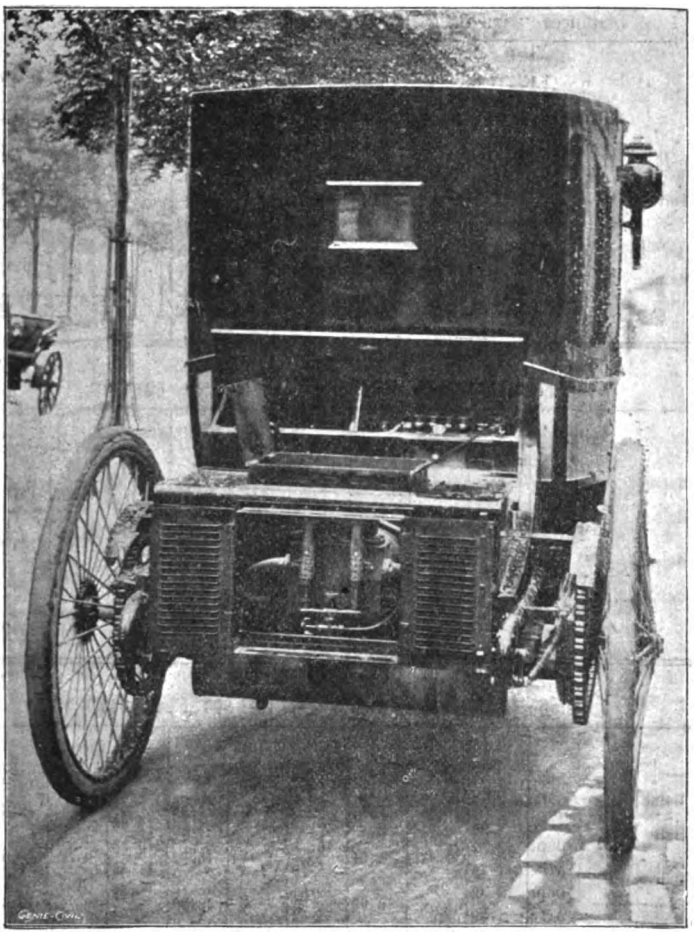


FIG. 9. — Coupé Peugeot (n° 12); Vue arrière, le coffre ouvert.

Digitized by Google

## Constatations des Commissaires.

### I. — Vitesses.

*1° Vitesses pendant les essais :*

| | | |
|---|---|---|
| En palier | 1er juin. . . . . | 22km 500 |
| | 11 juin. . . . . | 22km 500 |
| Rampe du Mont-Valérien (500 mètres avec déclivité de 8c 2 °/₀) . . | | 6km 000 |

*2° Vitesses en service dans Paris :*

(Coupé n° 12) **Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Usine . . . . Dép. | 8 15 | 1 10 | 18,00 | 7 59 | 1 17 | 16,37 | 7 59 | 1 17 | 16,37 |
| Halte . . . Arr. | 9 25 | | | 9 16 | | | 9 16 | | |
| Halte . . . Dép. | 9 55 | 1 13 | 16,24 | 9 46 | 1 10 | 16,93 | 9 45 | 1 14 | 16,02 |
| Déjeuner . . Arr. | 11 8 | | | 10 56 | | | 10 59 | | |
| Déjeuner . . Dép. | 12 6 | 1 3 | 19,81 | 12 1 | 1 18 | 16,00 | 12 2 | 1 10 | 17,83 |
| Usine . . . . Arr. | 1 9 | | | 1 19 | | | 1 12 | | |
| | | 3 26 | 17,93 | | 3 45 | 16,12 | | 3 41 | 16,71 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897,5 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 8 14 | 1 37 | 12,78 | 8 24 | 1 18 | 15,89 | 8 6 | 1 26 | 14,41 |
| Halte . . . Arr. | 9 51 | | | 9 42 | | | 9 32 | | |
| Halte . . . Dép. | 10 21 | 1 15 | 14,92 | 9 45 | 1 13 | 15,33 | 10 2 | 1 19 | 15,18 |
| Déjeuner . . Arr. | 11 36 | | | 10 58 | | | 11 21 | | |
| Déjeuner . . Dép. | 12 56 | 1 24 | 16,35 | 11 58 | 1 32 | 14,93 | 12 38 | 1 25 | 16,16 |
| Usine . . . . Arr. | 2 20 | | | 1 30 | | | 2 3 | | |
| | | 4 16 | 14,58 | | 4 3 | 15,40 | | 4 10 | 14,93 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 8 2 | 1 30 | 14,17 | 8 6 | 1 29 | 14,33 | 8 24 | 1 34 | 13,57 |
| Halte . . . Arr. | 9 42 | | | 9 35 | | | 10 58 | | |
| Halte . . . Dép. | 10 12 | 1 24 | 14,91 | 10 5 | 1 14 | 16,92 | 10 28 | 1 14 | 16,92 |
| Déjeuner . . Arr. | 11 26 | | | 11 19 | | | 11 42 | | |
| Déjeuner . . Dép. | 12 33 | 1 6 | 18,08 | 12 37 | 1 5 | 18,36 | 12 42 | 1 1 | 19,57 |
| Usine . . . . Arr. | 1 39 | | | 1 42 | | | 1 43 | | |
| | | 4 » | 15,51 | | 3 48 | 16,32 | | 3 49 | 16,25 |

*Incidents divers :*

*3 juin.* — Arrêt de 4 minutes par suite du dérangement d'un ressort de culbuteur.

*4 juin.* — Arrêt de 18 minutes pour changer un tube de platine fissuré et un brûleur cassé dans le démontage.

*9 juin.* — Par suite d'une forte secousse due à un caniveau, le ressort d'un culbuteur se décroche. Arrêt du moteur. L'arrêt dure 3 minutes. — Quelques minutes après, le ressort du culbuteur est perdu ; on le remplace par un bout de ressort et l'on repart. Arrêt 3 minutes. — A la halte du déjeuner, on remet un ressort neuf au culbuteur.

Digitized by Google

Si on tient compte des incidents en cours de route ci-dessus, les vitesses moyennes (1) deviennent :

| (Coupé n° 12) | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates. . . . . : | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres. . | 17,93 | 16,42 | 16,71 | 14,81 | 15,40 | 15,30 | 16,76 | 16,32 | 16,25 |
| Nombre de personnes (conducteur compris) . . . . | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Lest . . . kilogr. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vitesse moyenne générale** . . . . . | | | | | | | 16km 21 | | |
| **Charge utile normale** . . . . . | | | | | | | 210 kilogrammes. | | |

## II. — Essais de freinage.

*(Sur la côte de la Tuilerie : déclivité 6 °/..)*

1° *Freinage en descente :*

Temps employé pour parcourir 66 mètres avant le point de freinage . . . . . 18″ 5
Vitesse correspondante. . . . . 12km
Longueur parcourue une fois les freins serrés . . . . . 11m 80

2° *Freinage en rampe :*

A la vitesse de 6 kilomètres à l'heure, arrêt net sur place et sans recul.

## III. — Essais de consommation.

1° *Consommation en essence.* — En deux heures, *les brûleurs* ont consommé. . . . . 0lit 400
Soit, pour une heure . . . . . 0lit 200
En deux heures, *le moteur marchant à vide* a consommé. . . . . 2lit 900
Soit, pour une heure. . . . . 1lit 450
Le 9 juin, pour faire l'itinéraire B de 63km 217, le moteur ayant été éteint pendant la halte et le déjeuner, la consommation du moteur a été de . . . . . 16lit 250
Soit par voiture-kilomètre, à la vitesse moyenne de 15km 3, une consommation de. . . . . 0lit 261

2° *Consommation en huile pour graissage* . . . . . 0kg 500 en moyenne par 60 kilomètres.

(1) Entre les résultats du Concours donnés à la séance du 1er juillet de la Société des Ingénieurs Civils, où le rapport du Jury a été lu, et ceux consignés ici, il existe de légères différences. Elles sont dues à ce que les distances admises par la Commission, pour les trois itinéraires, étaient inférieures aux distances portées sur les profils en long officiels.

Digitized by Google

## Calculs du Jury.

PRIX DE REVIENT DE LA JOURNÉE DE VOITURE DE PLACE A ESSENCE.

*Consommation en essence :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Moteur et brûleur . . . . . | $\frac{45}{5}$ | $50^{km} \times 0^{lit}261$ | $= 13^{lit}005$ |
| Brûleur seul pendant 5 heures . . . . | 5 | $\times 0^{lit}200$ | $= 1^{lit}000$ |
| Moteur à vide pendant 2 heures et demie . . . . . | 2,5 | $\times 1^{lit}450$ | $= 3^{lit}625$ |
| | | TOTAL. . . . . | $17^{lit}630$ |

*Dépense dans Paris :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Essence . . . . . Fr. | $17^{lit}630$ | $\times 0,57$ | $= 10,05$ |
| Huile de graissage . . . . . | $0^{k}600$ | $\times 0,90$ | $= 0,54$ |
| | | TOTAL. . . . . Fr. | 10,59 |

**Prix de revient de la journée :**

| | | |
|---|---|---|
| Frais autres que la consommation . . . . . Fr. | 16,38 (1) |
| Consommation . . . . . | 10,59 |
| TOTAL . . . . . Fr. | 26,97 |

**Prix de revient du kilomètre utile :**

$$\frac{26,97}{45} = 0,599$$

**Prix de revient du kilomètre en sus :**

Insignifiant (2).

---

(1) Voir page 227.

(2) Puisqu'il faudra substituer la consommation en service à la consommation à vide à la station.

Digitized by Google

## II. — Électricité.

### Coupé Jenatzy (n° 13).

Cette voiture, qui était inscrite sous le numéro 13, a été construite d'après le système Jenatzy, et présentée par la Société Générale des transports automobiles (1).

Fig. 10. — Coupé Jenatzy (n° 13).

*But, charge utile.*— Ce coupé a été établi en vue du transport de deux voyageurs, c'est-à-dire pour une charge utile de 140 kilogrammes.

*Description sommaire.* — Comme on le voit sur les figures 10 et 11, ce véhicule se compose d'une ancienne caisse de fiacre à une banquette avec un petit strapontin. Pendant le Concours, il n'a jamais transporté que deux voyageurs, car le strapontin servait de support aux appareils de mesure mis à la disposition du Commissaire.

Le conducteur électricien a son siège au-dessus de l'avant-train. Il

(1) Paris, 86, rue de la Victoire.

Digitized by Google

a à sa disposition : la barre de direction, le combinateur permettant de faire varier les vitesses et même de freiner; à gauche, un levier de changement de vitesse; à droite, sous le pied, une pédale agissant sur les freins à frottement et à rochet des extrémités de l'arbre du différentiel.

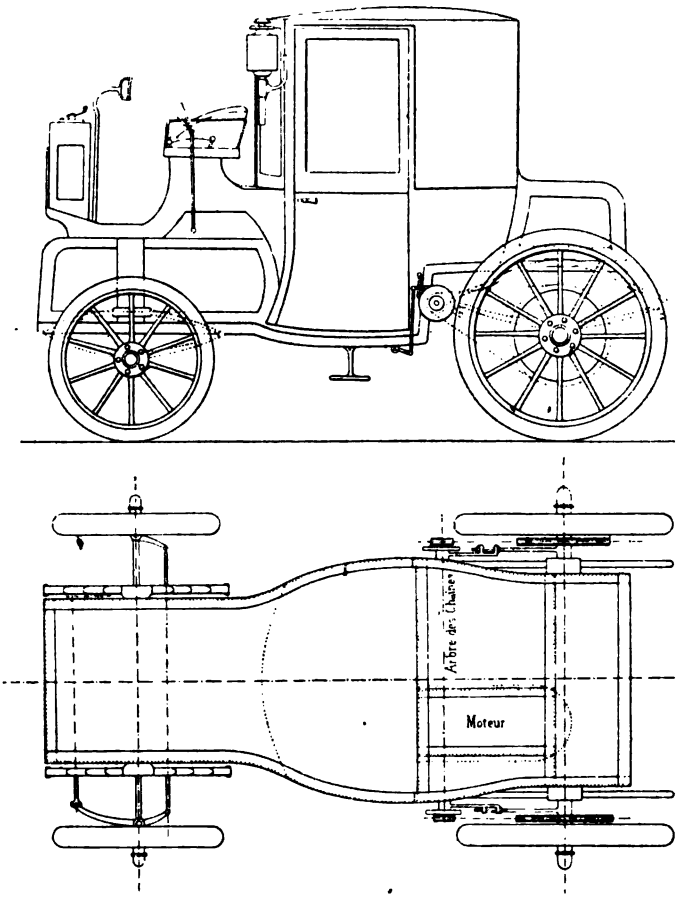



Fig. 11. — Élévation et plan du Coupé Jenatzy.

En cas de rupture des chaînes de transmission, un frein à vis permet de bloquer les roues arrière avec des sabots.

Le moteur est placé dans le coffre, sous la banquette de l'intérieur du coupé.

Digitized by Google

*Répartition des poids.* — Le tableau ci-dessous indique la répartition de la charge sur les essieux :

| | | POIDS | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE |
|---|---|---|---|---|
| Poids à vide { voiture. 917 / moteur 110 } | 1 027 | | | |
| Conducteur . . . . . | 70 | 1 662 | 803 | 859 |
| Accumulateurs. . . . . | 565 | | | |
| Charge utile. . . . . Kilogr. | | 140 | 40 | 100 |
| POIDS TOTAL . . Kilogr. | | 1 802 | 843 | 959 |

Le rapport de la *charge utile* au *poids mort*, en ordre de marche, est :

$$\frac{U}{P_m} = \frac{140}{1\,662} = 0{,}0842.$$

Le rapport de la *charge utile* au *poids total* est :

$$\frac{U}{P'} = \frac{140}{1\,802} = 0{,}0776.$$

*Roues.* — Les indications concernant les roues sont résumées dans le tableau suivant :

| | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE (MOTRICES) |
|---|---|---|
| Diamètre moyen des fusées . . . . . | 0m040 | 0m042 |
| Diamètre extérieur, y compris des bandages (pneus) de 0m 090 . . . . . | 0m800 | 1m000 |
| Rapport $\frac{f}{r}$ = | 0,050 | 0,042 |

La distance entre les deux essieux (empattement) est de 1m 90.

La distance des roues, de milieu en milieu des bandages (voie), est de 1m46 (1), à l'avant comme à l'arrière.

Les roues sont en bois, avec moyeu métallique. Les rais ont très peu de carrossage.

Les pneumatiques sont du système Michelin.

*Encombrement.* — La longueur de la voiture, toutes saillies comprises est de 2m 80, et sa largeur de 1m80.

La hauteur maximum au-dessus du sol est de 1m 90.

(1) Cette largeur de voie permet à ce fiacre d'utiliser les rails de tramways, comme il l'a fait souvent pendant le Concours (voir la figure 44, page 327).

Digitized by Google

*Moteur.* — Le moteur est ouvert, non blindé ; aussi pour le mettre à l'abri de la poussière, l'a-t-on placé dans le coffre de la voiture, ainsi que les engrenages de réduction de vitesse et le différentiel.

Les extrémités de l'arbre du différentiel portant les pignons sortent seules de la caisse.

Le moteur excité en série, d'une force normale de 4 à 5 chevaux, peut, sans inconvénient, d'après son constructeur, développer jusqu'à 10 et 12 chevaux effectifs.

Les diverses positions du combinateur permettent deux vitesses : 6 et 12 kilom. à l'heure. Pour la première vitesse, les deux batteries sont groupées en quantité, et pour la seconde, elles sont groupées en série.

Les extrémités de l'arbre du différentiel portent des pignons de 6 dents ; une chaîne à maillons relie chacun de ceux-ci à une couronne dentée de 36 dents, fixée aux rais de la roue motrice correspondante.

Pour passer de 6 à 9 kilom. et de 12 à 18 kilom., on utilise le dispositif mécanique suivant :

Un arbre intermédiaire placé dans le prolongement de l'axe de l'induit est relié à celui-ci par un joint à la Cardan.

Cet arbre porte deux pignons fous correspondant à deux roues à engrenages héliçoïdaux, placées sur l'arbre du différentiel.

Un dispositif d'embrayage, placé entre les deux pignons fous, permet d'attaquer l'arbre du différentiel par l'un ou par l'autre des équipages d'engrenages et de faire varier la vitesse dans le rapport de 1 à 1,5.

Les vitesses intermédiaires peuvent s'obtenir en introduisant des résistances.

Pour obtenir un combinateur aussi simple que possible, le constructeur a, de parti pris, supprimé toute récupération (1).

*Accumulateurs.* — Les accumulateurs, du type Fulmen B 21, forment deux batteries de 22 éléments qui sont renfermées chacune dans une caisse et placées, l'une dans un coffre situé sous le siège du conducteur, l'autre dans un coffre à l'arrière de la voiture. Ces deux coffres s'ouvrent par une paroi mobile de haut en bas qui permet la manutention facile de la caisse de batterie.

(1) Nous aurions désiré pouvoir donner pour le fiacre n° 13, comme pour les autres concurrents, le schéma de son combinateur. Malgré nos instances, M. Jenatzy n'a pas pu nous fournir les moyens de le faire.

Digitized by Google

*Appareils de conduite.* — L'essieu avant est du type connu, dit essieu à pivots. Le braquage des roues avant est obtenu par une bielle articulée directement d'une part avec un assez long bras de la roue directrice gauche, et de l'autre avec un renvoi de sonnette monté à la partie inférieure d'une tige verticale fixée verticalement à l'avant-train à droite du conducteur. La tige verticale se termine à la partie supérieure par une barre franche. Les bras des deux roues sont reliés par une bielle horizontale.

La bielle articulée avec le bras de gauche est très sensiblement horizontale lorsque la voiture est chargée.

*Freinage.* — Une seule et même pédale actionne deux freins à enrou-

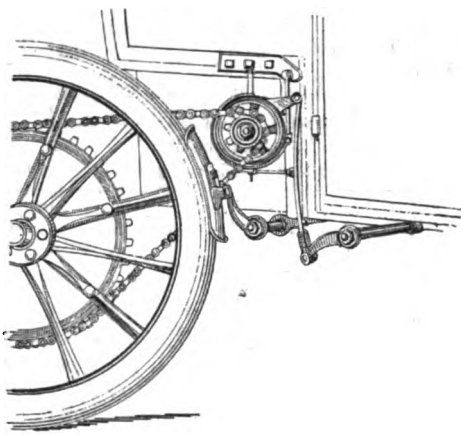


Fig. 12. — Freins du Coupé Jenatzy.

lement (fig. 12) agissant chacun sur une des couronnes placées aux extrémités de l'arbre du différentiel.

Ces freins sont disposés de manière à serrer aussi bien dans la marche arrière que dans la marche avant.

Des freins à sabots, mus par un levier placé à gauche de l'avant-train, agissent sur les bandages et peuvent servir à les bloquer si une rupture des chaînes mettait hors d'usage les freins agissant sur les extrémités de l'arbre du différentiel.

Du reste le moteur électrique sert à freiner, sans pouvoir permettre d'obtenir l'arrêt complet puisque le moteur cesse d'agir dès que la vitesse devient trop faible.

Digitized by Google

## Constatations des Commissaires.

### I. — Vitesses.

*1° Vitesses pendant les essais du 11 juin :*

En palier { Batteries en quantité . . . . . 8km 500.
Batteries en série (plus grande multiplication de la vitesse) : 16km 8 (au lieu de 18 k. théoriques).

Rampe du Mont-Valérien (500 mètres avec déclivité de 8c 2 °/₀). { Batteries en série (plus petite multiplication de la vitesse) 7km 90 (au lieu de 9 k. théor.)

*2° Vitesses en service dans Paris :*

(Coupé n° 13) **Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Usine . . . . Dép. | 9 4 | 1 42 | 12,38 | 8 1 | 1 30 | 14,01 | 8 11 | 1 24 | 15,01 |
| Halte. . . . Arr. | 10 46 | | | 9 31 | | | 9 35 | | |
| Halte. . . . Dép. | 11 16 | 1 32 | 12,88 | 10 1 | 1 30 | 13,17 | 10 » | 1 26 | 13,78 |
| Déjeuner. . Arr. | 12 48 | | | 11 31 | | | 11 26 | | |
| Déjeuner. . Dép. | 1 48 | 1 35 | 13,13 | 12 28 | 1 23 | 15,08 | 12 25 | 1 22 | 15,22 |
| Usine . . . . Arr. | 3 23 | | | 1 51 | | | 1 47 | | |
| | | 4 49 | 12,78 | | 4 23 | 14,05 | | 4 12 | 14,66 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897,5 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 8 26 | 1 50 | 11,27 | 8 6 | 1 24 | 14,75 | 8 7 | 1 28 | 14,08 |
| Halte . . . Arr. | 10 16 | | | 9 30 | | | 9 35 | | |
| Halte . . . Dép. | 10 46 | 1 22 | 13,53 | 9 55 | 1 18 | 14,35 | 10 5 | 1 25 | 13,17 |
| Déjeuner. . Arr. | 12 8 | | | 11 13 | | | 11 30 | | |
| Déjeuner. . Dép. | 1 15 | 1 31 | 15,09 | 12 15 | 1 27 | 15,79 | 12 40 | 1 28 | 15,61 |
| Usine . . . . Arr. | 2 46 | | | 1 42 | | | 2 8 | | |
| | | 4 43 | 13,19 | | 4 9 | 15,00 | | 4 21 | 14,30 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 60km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 8 5 | 1 40 | 12,76 | 8 5 | 1 32 | 13,87 | 8 3 | 1 33 | 13,72 |
| Halte . . . Arr. | 9 45 | | | 9 37 | | | 9 36 | | |
| Halte . . . Dép. | 10 15 | 1 35 | 13,18 | 10 7 | 1 26 | 14,55 | 10 8 | 1 20 | 15,65 |
| Déjeuner. . Arr. | 11 50 | | | 11 33 | | | 11 28 | | |
| Déjeuner. . Dép. | 12 59 | 1 20 | 14,92 | 12 35 | 1 12 | 16,58 | 12 28 | 1 15 | 15,91 |
| Usine . . . . Arr. | 2 19 | | | 1 47 | | | 1 43 | | |
| | | 4 35 | 13,54 | | 4 10 | 14,89 | | 4 8 | 15,01 |

*Incidents divers :*

*2 juin.* — La voiture arrêtée est touchée par une charrette qui crève un pneu arrière.

*3 juin.* — Une roue avant chauffe ; arrêt de 19 minutes pour regraisser.

*2 juin.* — *Au parc :* On remplace la chambre du pneu arrière gauche.

*3 juin.* — *Au parc :* Démontage des deux roues arrière pour nettoyer et graisser les fusées, chaînes et pignons.

*6 juin.* — *Au parc :* On touche au frein gauche.

Digitized by Google

Si on tient compte des incidents en cours de route ci-dessus, les vitesses moyennes deviennent :

| (Coupé n° 13) | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates. . . . . | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres. . | 12,93 | 14,05 | 14,66 | 14,06 | 15,00 | 14,03 | 13,54 | 14,89 | 15,00 |
| Nombre de personnes (conducteur compris) . . . . | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lest . . . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Vitesse moyenne générale.** . . . . . 14k 24
**Charge utile normale** . . . . . : 140 kilogrammes.

Ces vitesses moyennes générales ne permettant guère de se faire une idée exacte de la véritable allure en service, nous allons donner les vitesses moyennes du Coupé n° 13 sur certaines parties caractéristiques des divers itinéraires : rues accidentées, rues encombrées ou voies désertes :

| ITINÉRAIRES (Longueurs et Déclivités) | DATES | DURÉE | VITESSE MOYENNE à l'heure |
|---|---|---|---|
| **A** | | minutes | kilom. |
| *De Saint-Augustin à la fin de la rue Lafayette.* | | | |
| Longueur : 3890 mètres. | 2 juin. | 20 | 11,67 |
| Déclivités. moyenne en rampe : faible. | 5 juin. | 18 | 12,96 |
| Déclivités. extrêmes. 0,005. 0,030. | 8 juin. | 17 | 13,72 |
| **B** | | | |
| *De la fin du bd des Italiens à la place de la République.* | 3 juin. | 10 | 11,71 |
| Longueur : 1952 mètres. | 6 juin. | 8 | 14,64 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. extrêmes : 0,020. | 9 juin. | 10 | 11,71 |
| *Rue des Tuileries, Faub. Saint-Honoré, Pl. des Ternes.* | 3 juin. | 17 | 10,31 |
| Longueur : 2928 mètres. | 6 juin. | 15 | 11,71 |
| Déclivités. moyenne : assez faible. extrêmes : 0,028 sur 483m. | 9 juin. | 19 | 9,24 |
| *De la rue de Strasbourg à la place Vendôme.* | | | |
| Longueur : 2568 mètres. | 3 juin. | 14 | 11,00 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. extrêmes. 0,006 sur 200m. 0,030 sur 66m. | 6 juin. | 12 | 12,84 |
| | 9 juin. | 12 | 12,84 |



Digitized by Google

| ITINÉRAIRES (Longueurs et Déclivités) | DATES | DURÉE | VITESSE MOYENNE à l'heure |
|---|---|---|---|
| | | minutes | kilom. |
| **C** | | | |
| *Du commencement de la rue Blanche au Sacré-Cœur.* | 4 juin. | 16 | 6,98 |
| Longueur : 1 861 mètres. | 7 juin. | 13 | 8,59 |
| Déclivités. moyenne : 0,049. extrêmes. 0,032. 0,090 sur 78m. | 10 juin. | » | » |
| *De la place de la Trinité à la place de la République.* | 4 juin. | 14 | 12,34 |
| Longueur : 2 879 mètres. | 7 juin. | 13 | 14,00 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. extrêmes. 0,005. 0,021. | 10 juin. | 14 | 12,34 |
| *De la pl. de la République au Pont-Neuf par la r. Turbigo.* | 4 juin. | 6 | 22,43 |
| Longueur : 2 243 mètres. | 7 juin. | 7 | 19,22 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. extrêmes : 0,014. | 10 juin. | 9 | 14,95 |

Les trajets parcourus le plus fréquemment en grande vitesse sur des voies désertes ont été :

| Dates . . . . . | | 2 JUIN | 3 JUIN | 4 JUIN | 5 JUIN | 6 JUIN | 7 JUIN | 8 JUIN | 9 JUIN | 10 JUIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *De la Porte-Maillot à l'usine Clément.* Longueur 3 200m. Pente . moy. : Insign. extr. : 0,007 | Durée | 13′ | 11′ | 13′ | 11′ | 10′ | 11′ | 11′ | 11′ | 12′ |
| | Vitesse | 14k 77 | 17k 45 | 14k 77 | 17k 45 | 19k 2 | 17k 45 | 17k 45 | 17k 45 | 16km |
| *De l'Étoile à la place de la Concorde* (1). Longueur 2 384m. Pente . moy. : 0,004 extr. : 0,027 | Durée | ... | 10′ | ... | ... | 5′ | ... | ... | 7′ | ... |
| | Vitesse | ... | 14k 30 | ... | ... | 28k 6 | ... | ... | 20k 43 | ... |
| *De la place de la Concorde à l'Étoile.* Longueur 2 384m. Rampes. moy. : 0.004 extr. : 0,027 | Durée | 8′ | 8′ | 7′ | 10′ | 9′ | 8′ | 9′ | 9′ | 8′ |
| | Vitesse | 17k 88 | 17k 88 | 20k 43 | 14k 30 | 15k 89 | 17k 88 | 15k 89 | 15k 89 | 17k 88 |

(1) On s'étonnera peut-être de nous voir ranger l'avenue des Champs-Élysées parmi les voies désertes ; mais il ne faut pas perdre de vue que le trajet à la descente a eu lieu le matin.

Digitized by Google

## II. — Essais de freinage du 11 juin.

*(Sur la côte de la Tuilerie : déclivité 6 °/₀.)*

1° *En montant :*

| | |
|---|---|
| Temps employé pour parcourir 25 mètres avant le drapeau de signal du serrage du frein, en secondes. . . . . | 9″ |
| Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. . . . . | 10ᵏᵐ0 |
| Longueur parcourue entre le signal de serrage du frein et l'arrêt complet, en mètres . . . . . | 2ᵐ35 |
| Recul après l'arrêt, en mètres . . . . . | 0ᵐ12 |

2° *En descendant :*

| | |
|---|---|
| Temps employé pour parcourir 66 mètres avant le drapeau de signal du serrage du frein, en secondes. . . . . | 16″ 6 |
| Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure . . . . . | 14ᵏᵐ3 |
| Longueur parcourue entre le signal du serrage du frein et l'arrêt complet, en mètres. . . . . | 4ᵐ30 |

## III. — Consommations.

1° *Consommation en huile de graissage.* . . . . . 0ᵏᵍ100

2° *Consommation en énergie électrique (fournie par l'usine) :*

| Dates . . . . . | 2 JUIN | 3 JUIN | 4 JUIN | 5 JUIN | 6 JUIN | 7 JUIN | 8 JUIN | 9 JUIN | TOTAUX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kilomètres parcourus . . . . . | 61,579 | 62,217 | 62,044 | 61,579 | 62,217 | 62,044 | 61,579 | 62,217 | 495,479 |
| Kilowatts-heure fournis aux bornes des accumulateurs. | 13,52 | 13,91 | 13,91 | 13,18 | 12,61 | 13,11 | 13,18 | 12,69 | 106,11 |

| | |
|---|---|
| Kilowatts-heure fournis en moyenne par jour. . . . . | 13,26 |
| Watts-heure fournis en moyenne par voiture-kilomètre chargée. . | 214,15 |

Le Coupé n° 13 a été conduit par son constructeur très expert en utilisation de son moteur électrique. On ne voit pas en effet de différence bien sensible entre les consommations correspondantes à un même itinéraire. Cependant il y a une tendance à diminution, en même temps que la vitesse moyenne a sensiblement augmenté :

| | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates . . . . . | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| Fournitures d'électricité en kilow.-h. | 13,52 | 13,18 | 13,18 | 13,91 | 12,61 | 12,69 | 13,91 | 13,11 | » |
| Vitesses en kilom. . | 12,78 | 14,05 | 14,66 | 14,06 | 15,00 | 14,03 | 13,34 | 14,89 | » |

Digitized by Google

3° *Consommation pendant les essais du 11 juin :*

| (Coupé n° 13) | VITESSE en KILOMÈTRES par heure | DIFFÉRENCE de POTENTIEL en volts | INTENSITÉ en AMPÈRES | PUISSANCE en WATTS | ÉNERGIE SPÉCIFIQUE consommée en watts-heure par voiture-kilom. chargée. |
|---|---|---|---|---|---|
| En palier | 8,50 | 45,0 | 25,4 | 1 143 | 134,5 (1) |
| | 16,80 | 87,5 | 25,5 | 2 230 | 132,7 (1) |
| En rampe. | 7,90 | 80,0 | 74,2 | 5 940 | 752,0 |

(1) Le rapprochement de ces deux chiffres porte à penser que le rendement du moteur est moins bon en palier à petite vitesse avec accumulateurs en quantité qu'à la grande vitesse avec accumulateurs en série, car la résistance totale à la vitesse de 16km 8 est certainement plus forte qu'à la vitesse 8km 3 où la résistance de l'air est presque négligeable.

**Calculs du Jury.**

I. — CONSOMMATIONS.

Le nombre de watts-heure fournis en moyenne à l'usine par voiture-kilomètre a été de 214,15.

Si l'on admet que le rendement en énergie des accumulateurs est de 75 °/₀ on aura :

| | |
|---|---|
| Watts-heure consommés en service par voiture-kilomètre . . | 160,61 |
| Watts-heure consommés en essais sur palier par voiture-kilomètre . . . . . | 132,70 |
| RAPPORT . . . . . | 1,21 |

Ce rapport, qui est variable pour chaque véhicule, tient, d'une part, aux sujétions du parcours dans Paris et, de l'autre, à la manière dont chaque conducteur utilise le moteur dans les ralentissements de manière à éviter des arrêts et, par suite, des démarrages inutiles.

II. — PRIX DE REVIENT.

*Consommation d'énergie spécifique par voiture-kilomètre :*

| | watts-heure. |
|---|---|
| En service courant, à la vitesse moyenne de 14,24 kilomètres à l'heure . . . . . | 160,61 |
| En allant, à la vitesse de 9 kilom. à l'heure, du dépôt au lieu de travail et *vice versa* . . . . . | 134,5 × 1,21 = 162,74 |
| En maraude . . . . . | 134,5 × 1,21 = 162,74 |

Digitized by Google

*Fourniture d'énergie spécifique par voiture-kilomètre :*

| | watts-heure. |
|---|---|
| En service courant. . . . . | 214,15 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa* . . . . . $\frac{162,74}{0,75} =$ | 217,00 |
| En maraude. . . . . $\frac{162,74}{0,75} =$ | 217,00 |

*Fourniture d'énergie pour une voiture-journée du type n° 13 :*

| | watts-heure. | kilowatts-heure. |
|---|---|---|
| En service courant. . . . . | $45 \times 214,15 = 9636$ | 13 976 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa*. . . . . | $5 \times 217,00 = 1085$ | |
| En maraude. . . . . | $15 \times 217,00 = 3255$ | |

*La dépense correspondante sera de :*

| | |
|---|---|
| Énergie électrique . . . . . | $13,976 \times 0,12 = 1,67$ |
| Huile . . . . . | $0,100 \times 0,90 = 0,09$ |
| TOTAL. . . . . | 1,76 |

**Prix de revient de la journée :**

| | | |
|---|---|---|
| Frais généraux et faux frais. . . . . | Fr. | 14,48 (1) |
| Accumulateurs (entretien) . . . . . | | 4 » |
| Graissage. . . . . | | 0,09 |
| Énergie électrique . . . . . | | 1,67 |
| TOTAL. . . . . | Fr. | 20,24 |

**Prix de revient du kilomètre utile :**

$$\frac{20,24}{45} = 0,45.$$

**Prix de revient du kilomètre en sus :**

$$0,214 \times 0,12 = 0,0256.$$

(1) Voir p. 227.

Digitized by Google

## 2e CATÉGORIE

*Voitures à moteur unique où le mouvement est transmis aux roues motrices par l'intermédiaire d'un équipage d'engrenages invariable, d'un différentiel et de chaînes, et où la variation de vitesse des roues motrices est obtenue par une variation correspondante de vitesse du moteur.*

### ÉLECTRICITÉ.

### Cab Jeantaud (n° 25).

Cette voiture, qui était inscrite sous le numéro 25, a été construite et présentée par M. Jeantaud, Ingénieur à Paris (1).

FIG. 13. — Cab Jeantaud (n° 25); Vue prise en ordre de marche.

*But, charge utile, prix.* — Ce cab a été établi en vue du transport de deux voyageurs, c'est-à-dire pour une charge utile de 140 kilogrammes. Il peut être livré au prix de 14 000 francs.

(1) 51, rue de Ponthieu.

Digitized by Google

*Description sommaire.* — Comme on le voit sur les figures 13, 14 et 15, ce véhicule se compose d'un cab à quatre roues dont l'avant-train supporte un coffre renfermant les accumulateurs.

Placé sur un siège fixé en haut et en arrière de la caisse, le conducteur a à sa disposition : le volant de direction; le combinateur; une pédale servant au démarrage et au freinage électrique ; un levier actionnant deux freins à enroulement direct sur couronnes fixées aux rais en bois des roues motrices.

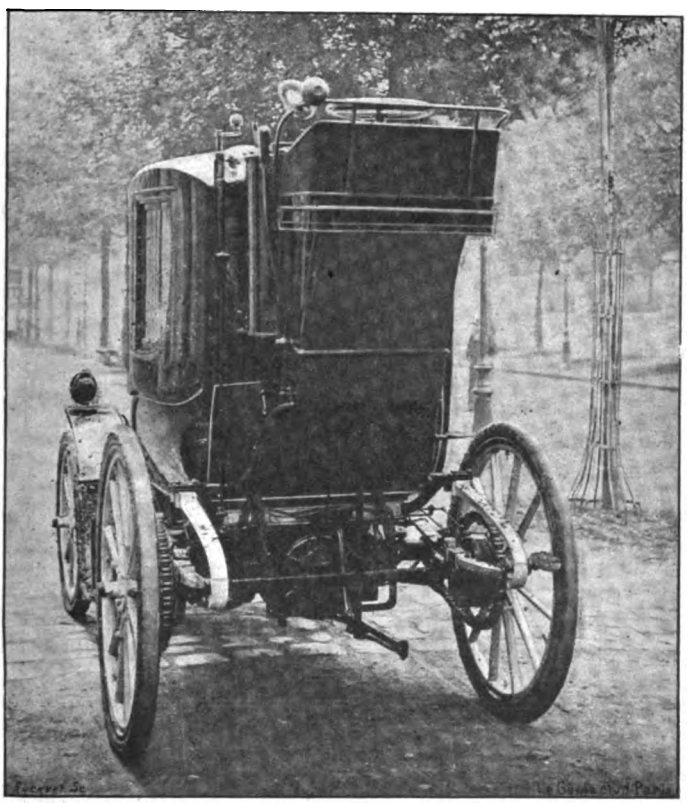


FIG. 14. — Cab Jeantaud (n° 25); Vue arrière.

Le moteur et le différentiel sont renfermés dans un carter.

*Répartition des poids.* — Le tableau ci-dessous indique la répartition de la charge sur les essieux :

Digitized by Google

| | POIDS | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE (MOTRICES) |
|---|---|---|---|
| Poids à vide . . . . . Kilogr. 800 | | | |
| Conducteur . . . . . 70 | 1 270 | 605 | 665 |
| Accumulateurs. . . . . 400 | | | |
| Charge utile. . . . . Kilogr. | 140 | 40 | 100 |
| POIDS TOTAL. . . Kilogr. | 1 410 | 645 | 765 |

Le rapport de la *charge utile* au *poids mort*, en ordre de marche, est :

$$\frac{U}{P_m} = \frac{140}{1\,270} = 0{,}11.$$

Le rapport de la *charge utile* au *poids total* est :

$$\frac{U}{P_t} = \frac{140}{1\,410} = 0{,}10.$$

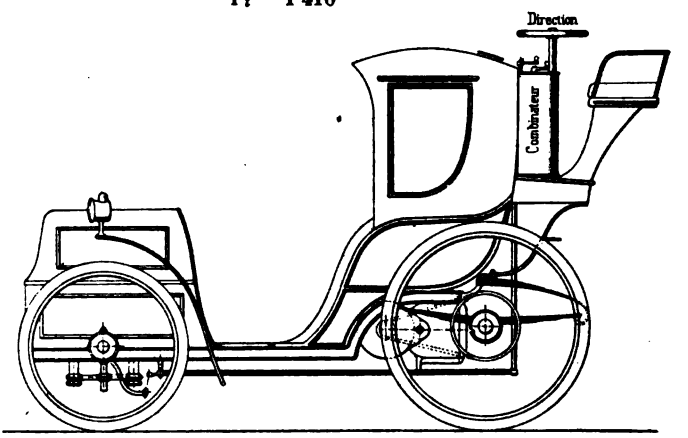



FIG. 15. — Élévation du Cab Jeantaud.

*Roues*. — Les indications concernant les roues sont résumées dans le tableau suivant :

| | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE (MOTRICES) |
|---|---|---|
| Diamètre moyen des fusées . . . . . | 0m 036 | 0m 036 |
| Diamètre extérieur, y compris des bandages de 0m 065. . . . . | 0m 860 | 1m 050 |
| Rapport $\frac{f}{r}$ = | 0,041 | 0,034 |

Les roues avant dépassent un peu la caisse des accumulateurs.

Digitized by Google

La distance entre les deux essieux (empattement) est de 1m 900.

La largeur de la voie avant est de 1m 300 et celle de la voie arrière de 1m 350.

Les roues sont en bois, avec moyeu métallique.

Les pneumatiques sont du type Michelin.

*Encombrement.* — La longueur du cab, toutes saillies comprises, est de 2m 95, et sa largeur de 1m 55.

*Moteur.* — Le moteur et l'arbre du différentiel sont placés dans un carter clos d'où ne sortent que les extrémités de l'arbre du différentiel portant les pignons des chaînes.

Ce moteur pèse, avec sa transmission, 150 kilogr. Il est d'une puissance normale de 3,5 à 4 chevaux.

Le moteur, induit en tambour et à deux pôles, porte deux enroulements inducteurs : l'un en série, l'autre shunt.

Les diverses variations d'excitation et les couplages des batteries permettent les vitesses suivantes :

1re vitesse : 7 kilom. à l'heure, par couplage des batteries en quantité ;
2e — 12 — — en série ;
3e — 15 — — —
4e — 16 — — —

Les vitesses intermédiaires s'obtiennent par des résistances momentanées introduites par la pédale du freinage électrique.

Le tableau ci-dessous et les schémas ci-après (fig. 16) permettent de se rendre compte du couplage des batteries et des modes d'excitation de l'inducteur suivant les diverses positions du combinateur :

| Position du combinateur | ROLES | ACCUMULATEURS | EXCITATION SÉRIE | EXCITATION SHUNT | INDUIT | RHÉOSTAT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 1 | Marche arrière. | En quantité. | En circuit. | En circuit. | En circuit. | En circuit. |
| 0 | Arrêt-freinage. | En tension ouverts. | En circuit et sur induit. | Hors circuit. | En circuit et inversé. | En circuit pour freinage. |
| 1 | Petite vitesse. | En quantité. | En circuit. | En circuit. | En circuit. | En circuit(1). |
| 2 | Vitesse moyenne. | En tension. | — | — | — | Hors circuit. |
| 3 | Vitesse accélérée. | — | En circuit shunté sur deux résistances. | — | — | — |
| 4 | Grande vitesse. | — | En circuit shunté sur une résistance. | — | — | — |

(1) Un bloquage mécanique ne permet pas au combinateur de passer de la position 1 à la position 2 sans que l'on ait, au préalable, intercalé dans le circuit la résistance de démarrage commandée par une pédale placée sous le pied droit du conducteur.

Digitized by Google

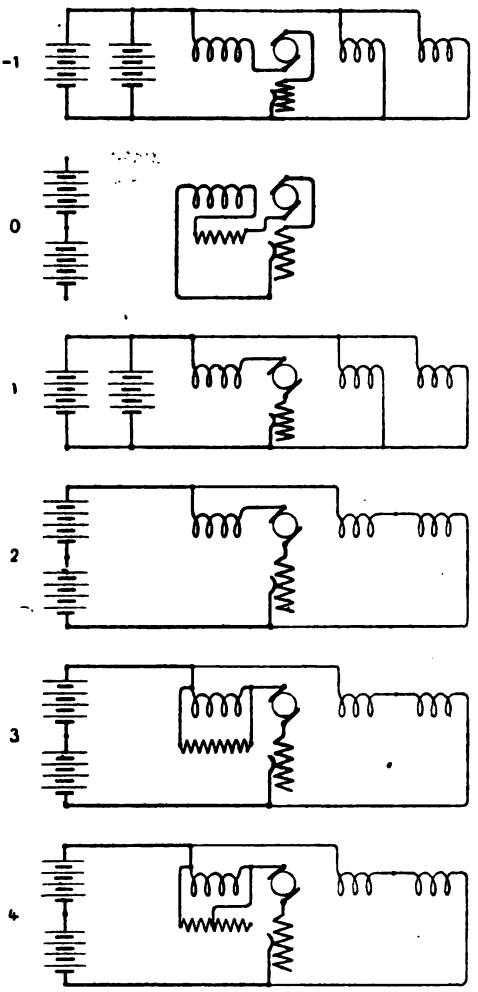



Fig. 16. — Combinateur du Cab Jeantaud (n° 25).

(Ces schémas ont été dressés d'après les indications du constructeur, minutieusement vérifiées par M. Hospitalier).

*Accumulateurs.* — Les accumulateurs, renfermés dans deux caisses placées dans le coffre de l'avant, sont du type Fulmen B 15. Ils sont au nombre de 44 et pèsent en tout 404 kilogrammes.

*Transmission.* — Chacune des extrémités de l'arbre du différentiel

Digitized by Google

porte un pignon qu'une chaîne à rouleaux relie à une couronne dentée fixée aux rais en bois de la roue motrice correspondante.

*Appareil de direction.* — Un volant permet de faire tourner une tige verticale qui porte un bras à sa partie inférieure. Ce bras agit sur une barre horizontale qui, par des renvois de sonnette, déplace les fusées à pivots des roues directrices.

Les deux bras des fusées à pivots des roues sont reliés par une barre horizontale.

Un tour du volant suffit pour braquer complètement les roues, c'est-à-dire pour leur faire faire un angle de 35° avec le plan médian de la voiture.

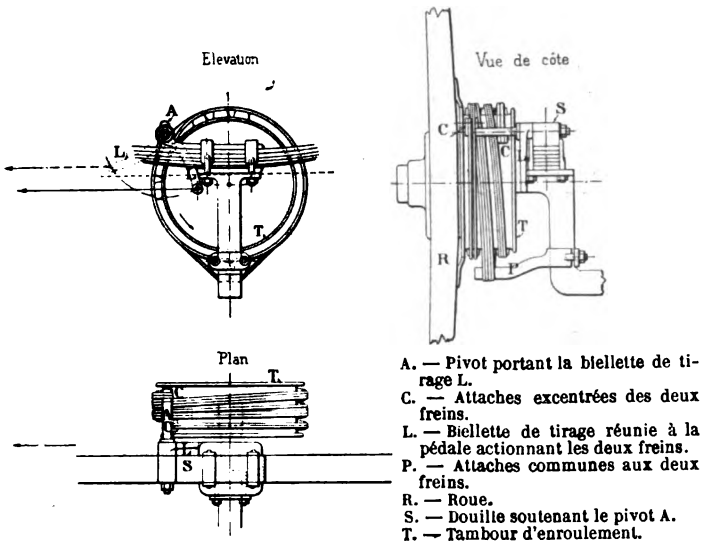



FIG. 17. — Frein à enroulement agissant en avant ou en arrière.

*Freinage.* — Un levier permet au conducteur d'agir sur deux freins à enroulement direct sur les couronnes fixées aux rais des roues motrices.

Ces freins à double enroulement (fig. 17) servent aussi bien dans la marche arrière que dans la marche avant. Il y a aussi un frein à vis à sabots agissant sur les bandages des roues.

Enfin le moteur permet d'obtenir un freinage électrique.

Digitized by Google

## Constatations des Commissaires.

### I. — Vitesses.

#### 1° *Vitesses pendant les essais du 11 juin :*

| | | |
|---|---|---|
| *En palier* . . . . . | batteries en quantité . . . . . | 7km 82 |
| — . . . . . | batteries en série . . . . . | 16km 95 |
| *Rampe du Mont-Valérien* (déclivité de 8e 2 °/₀) | batteries en série . . . . . | 9km 90 |

#### 2° *Vitesses en service dans Paris :*

(Cab n° 25) **Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Usine . . . . Dép. | 9 16 | | | 8 29 | | | 8 5 | | |
| Halte . . . Arr. | 11 23 | 2 7 | 9,93 | 9 51 | 1 22 | 15,37 | 9 28 | 1 23 | 15,19 |
| Halte . . . Dép. | 12 5 | | | 10 21 | | | 9 55 | | |
| Déjeuner . . Arr. | 1 34 | 1 29 | 13,32 | 11 40 | 1 19 | 15,00 | 11 18 | 1 23 | 14,28 |
| Déjeuner . . Dép. | 2 37 | | | 12 47 | | | 12 40 | | |
| Usine . . . . Arr. | 4 16 | 1 39 | 12,60 | 2 6 | 1 19 | 15,80 | 2 2 | 1 22 | 15,22 |
| | | 5 15 | 11,73 | | 4 0 | 15,39 | | 4 8 | 14,89 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 9 6 | | | 8 20 | | | 8 13 | | |
| Halte . . . Arr. | 10 37 | 1 31 | 13,62 | 9 42 | 1 22 | 15,11 | 9 35 | 1 22 | 15,11 |
| Halte . . . Dép. | 11 7 | | | 10 12 | | | 10 5 | | |
| Déjeuner . . Arr. | 12 29 | 1 22 | 13,65 | 11 30 | 1 18 | 14,35 | 11 22 | 1 17 | 14,54 |
| Déjeuner . . Dép. | 1 30 | | | 12 34 | | | 12 39 | | |
| Usine . . . . Arr. | 3 11 | 1 41 | 13,60 | 2 5 | 1 31 | 15,09 | 2 11 | 1 32 | 14,93 |
| | | 4 34 | 13,62 | | 4 11 | 14,87 | | 4 11 | 14,87 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usine . . . . Dép. | 8 44 | | | 8 10 | | | 8 6 | | |
| Halte . . . Arr. | 10 23 | 1 39 | 12,88 | 9 37 | 1 27 | 14,66 | 9 39 | 1 33 | 13,72 |
| Halte . . . Dép. | 10 54 | | | 10 7 | | | 10 9 | | |
| Déjeuner . . Arr. | 12 19 | 1 25 | 14,73 | 11 26 | 1 19 | 15,85 | 11 34 | 1 25 | 14,73 |
| Déjeuner . . Dép. | 1 32 | | | 12 41 | | | 12 38 | | |
| Usine . . . . Arr. | 3 31 | 1 58 | 10,11 | 1 57 | 1 16 | 15,70 | 2 » | 1 22 | 14,35 |
| | | 5 2 | 12,32 | | 4 2 | 15,38 | | 4 20 | 14,32 |

*Incidents divers :*

*2 juin.* — Un frein serre un peu seul et chauffe. On le règle à la halte des 20 kilom.
*3 juin.* — Arrêt de 4 minutes pour réglage du frein.
*4 juin.* — 19 minutes pour régler et changer une touche du combinateur.
*7 juin.* — A la halte du déjeuner on arrange le frein arrière.
*Au parc.* — Néant.

Digitized by Google

En tenant compte des incidents en cours de route ci-dessus, les vitesses moyennes deviennent :

| (Cab n° 25) | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates. . . . . | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres. . | 11,73 | 15,39 | 14,89 | 14,16 | 14,87 | 14,87 | 13,15 | 15,38 | 14,32 |
| Nombre de personnes (conducteur compris) . . . . | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lest . . . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Vitesse moyenne générale** . . . . . 14km 34
**Charge utile normale** . . . . . 140 kilogrammes.

Ces vitesses moyennes générales ne permettant guère de se faire une idée exacte de la véritable allure en service, nous allons donner les vitesses moyennes sur certaines parties caractéristiques des divers itinéraires :

| ITINÉRAIRES (Longueurs et Déclivités) | DATES | DURÉE | VITESSE MOYENNE |
|---|---|---|---|
| **A** | | minutes | kilom. |
| *De Saint-Augustin à la fin de la rue Lafayette.* | | | |
| Longueur : 3 890 mètres. | 2 juin. | 20 | 11,66 |
| Déclivités. moyenne en rampe : faible. | 5 juin. | 16 | 14,58 |
| Déclivités. extrêmes : 0,005. 0,030. | 8 juin. | 17 | 13,72 |
| **B** | | | |
| *De la fin du bd des Italiens à la place de la République.* | 3 juin. | 8 | 14,64 |
| Longueur : 1 952 mètres. | 6 juin. | 7 | 16,73 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. | 9 juin. | 9 | 13,01 |
| extrêmes : 0,020. | | | |
| *Rue des Tuileries — Faub. St-Honoré — Place des Ternes.* | 3 juin. | 15 | 11,71 |
| Longueur : 2 928 mètres. | 6 juin. | 16 | 10,98 |
| Déclivités. moyenne en rampe : assez faible. | 9 juin. | 15 | 11,71 |
| extrêmes : 0,028 sur 483m. | | | |
| *De la rue de Strasbourg à la place Vendôme.* | 3 juin. | 16 | 9,63 |
| Longueur : 2 568 mètres. | 6 juin. | 13 | 11,85 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. | 9 juin. | 12 | 12,84 |
| extrêmes : 0,006 sur 200m. 0,030 sur 66m. | | | |

Digitized by Google

| ITINÉRAIRES (Longueurs et déclivités) | DATES | DURÉE | VITESSE MOYENNE |
|---|---|---|---|
| C | | minutes | kilom. |
| *Du commencement de la rue Blanche au Sacré-Cœur.* | | | |
| Longueur : 1 861 mètres. | 4 juin. | 13 | 8,59 |
| Déclivités. moyenne : 0,049. | 7 juin. | 10 | 11,16 |
| Déclivités. extrêmes : 0,032. | 10 juin. | 9 | 12,40 |
| Déclivités. extrêmes : 0,090 sur 78m. | | | |
| *De la place de la Trinité à la place de la République.* | | | |
| Longueur : 2 879 mètres. | 4 juin. | 16 | 10,80 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. | 7 juin. | 14 | 12,34 |
| Déclivités. extrêmes : 0,005. | 10 juin. | 14 | 12,34 |
| Déclivités. extrêmes : 0,021. | | | |
| *De la pl. de la République au Pont-Neuf par la r. Turbigo.* | 4 juin. | 10 | 13,45 |
| Longueur : 2 243 mètres. | 7 juin. | 8 | 16,82 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. | 10 juin. | 11 | 12,23 |
| Déclivités. extrêmes : 0,014. | | | |

Les trajets parcourus le plus souvent en grande vitesse sur des voies désertes ont été :

| Dates . . . . . | 2 JUIN | 3 JUIN | 4 JUIN | 5 JUIN | 6 JUIN | 7 JUIN | 8 JUIN | 9 JUIN | 10 JUIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *De la Porte-Maillot à l'usine Clément.* Durée | 12′ | 11′ | 11′ | 11′ | 11′ | 11′ | 10′ | 11′ | 11′ |
| Longueur 3 200m. Vitesse | 16 km | 17k 45 | 17k 45 | 17k 45 | 17k 45 | 17k 45 | 19km 2 | 17k 45 | 17k 45 |
| Pente . moy. : Insign. extr. : 0,007 | | | | | | | | | |
| *De l'Étoile à la place de la Concorde* (1). Durée | » | 7′ | » | » | 7′ | » | » | 6′ | » |
| Longueur 2 384m. Vitesse | » | 20k 43 | » | » | 20k 43 | » | » | 23k 84 | » |
| Pente . moy. : 0,004 extr. : 0,027 | | | | | | | | | |
| *De la place de la Concorde à l'Étoile.* Durée | 8′ | 10′ | » | 9′ | 8′ | » | 9′ | 9′ | » |
| Longueur 2 384m. Vitesse | 17k 88 | 14km 3 | » | 15k 89 | 17k 88 | » | 15k 89 | 15k 89 | » |
| Rampes. moy. : 0,004 extr. : 0,027 | | | | | | | | | |

(1) On s'étonnera peut-être de nous voir ranger l'avenue des Champs-Élysées parmi les voies désertes ; mais il ne faut pas perdre de vue que le trajet à la descente a eu lieu le matin.

Digitized by Google

## II. — Essais de freinage du 11 juin.

*(Sur le macadam de la côte de la Tuilerie : déclivité 6 °/₀).*

### 1° *En montant :*

| | |
|---|---|
| Temps employé pour parcourir 25 mètres avant le drapeau de signal de serrage du frein, en secondes . . . . . | 8″ 7 |
| Vitesse moyenne correspondante, en kilomètres à l'heure . . | 10ᵏᵐ 3 |
| Longueur parcourue entre le signal de serrage du frein et l'arrêt complet, en mètres . . . . . | 2ᵐ 5 |
| Recul après l'arrêt. . . . . | nul |

### 2° *En descendant :*

| | |
|---|---|
| Temps employé pour parcourir 66 mètres avant le drapeau de signal du serrage du frein, en secondes. . . . . | 11″ 8 |
| Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. . . . . | 20ᵏᵐ 1 |
| Longueur parcourue entre le signal du serrage du frein et l'arrêt complet, en mètres . . . . . | 10ᵐ 5 (1) |

## III. — Consommations.

1° *Consommation en huile de graissage* . . . . . 0ᵏᵍ 100

2° *Consommation en énergie électrique (fournie par l'usine) :*

| Dates . . . . . | 2 juin | 3 juin | 4 juin | 5 juin | 6 juin | 7 juin | 8 juin | 9 juin | Totaux |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kilomètres parcourus . . . . . | 61,579 | 62,217 | 62,044 | 61,579 | 62,217 | 62,044 | 61,579 | 62,217 | 495,479 |
| Kilowatts-heure fournis aux bornes des accumulateurs. | 10,65 | 11,67 | 10,58 | 9,25 | 10,13 | 9,60 | 9,01 | 9,70 | 80,59 |

| | |
|---|---|
| Kilowatts-heure fournis en moyenne par jour. . . . . | 10,07 |
| Watts-heure fournis en moyenne par voiture-kilomètre . . . . . | 162,47 |

Bien que le Cab n° 25 fut conduit par son constructeur qui a une grande habitude des moteurs électriques, on remarquera que la consommation d'énergie a diminué en même temps que la vitesse moyenne augmentait avec la connaissance des itinéraires:

(1) Outre que le commencement du serrage des freins n'a peut-être pas coïncidé exactement avec le signal d'arrêt, la crainte de déchirer les pneus par un bloquage sur place a dû pousser le propriétaire du cab à ne s'arrêter que progressivement.

Digitized by Google

| | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates . . . . . | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| Fourniture d'électricité en kilow.-h. | 10,65 | 9,25 | 9,01 | 11,67 | 10,13 | 9,70 | 10,58 | 9,60 | » |
| Vitesse moyenne . . | 12,93 | 14,05 | 14,66 | 14,06 | 15,00 | 14,03 | 13,54 | 14,89 | » |

3° *Consommation pendant les essais du 11 juin :*

| (Cab n° 25) | VITESSE en KILOMÈTRES par heure | DIFFÉRENCE de POTENTIEL en volts | INTENSITÉ en AMPÈRES | PUISSANCE en WATTS | ÉNERGIE SPÉCIFIQUE consommée en watts-heure |
|---|---|---|---|---|---|
| En palier. . | 7,82 | 44 | 12,36 | 544 | 69,7 |
| | 16,93 | 88 | 16,58 | 1 460 | 86,2 |
| En rampe (a) | 9,90 | 82 | 57,20 | 4 680 | 475 |

(a) En montant une longueur de 500 mètres d'une déclivité moyenne de 8,2 °/₀.

## Calculs du Jury.

(En discutant les constatations des Commissaires pendant les essais en palier du Cab, le Jury a reconnu que par suite de l'emplacement de l'ampèremètre sur lequel avaient été faites les lectures, son circuit de shunt avait été modifié et que dès lors les intensités étaient erronées.)

### I. — Consommations.

Le nombre de watts-heure fournis en moyenne à l'usine par voiture-kilomètre (poids total), a été de 162,47.

Si l'on admet que le rendement en énergie des accumulateurs est de 75 °/₀, on aura :

| | |
|---|---|
| Watts-heure consommés en moyenne en service par voiture-kilomètre . . . . . | 121,85 |
| Watts-heure consommés en essais sur palier par voiture-kilomètre . . . . . | 86,20 |
| Rapport . . . . . | 1,41 |

Ce rapport est pour le cab, conduit cependant par son constructeur, très expert en utilisation de moteurs électriques, beaucoup plus élevé que pour les autres voitures.

Digitized by Google

Pour nous rendre compte de l'influence du défaut de connaissance du moteur, qui avait été livré seulement à 5 heures du matin, le jour même de l'ouverture du Concours, rapprochons, dans le tableau ci-dessous, les trois parcours de l'itinéraire A :

| DATES | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN |
|---|---|---|---|
| Kilowatts-heure fournis par jour . . . | 10,65 | 9,25 | 9,01 |
| Watts-heure fournis en moyenne par voiture-kilomètre . . . . . | 172,9 | 150,21 | 146,15 |
| Watts-heure consommés en service par voiture-kilomètre. . . . . | 129,67 | 112,65 | 109,71 |
| Watts-heure consommés par voiture-kilom. en palier à la vitesse 15 kilom. | 86,20 | 86,20 | 86,20 |
| **Rapport entre les énergies consommées, par voiture-kilomètre, en service dans Paris et en palier lors des essais . .** | 1.504 | 1,306 (1) | 1,272 |

(1) C'est le rapport moyen 1,306 que nous prendrons pour effectuer nos calculs.

Ce rapport 1,272, du 8 juin, ne dépasse plus guère le rapport correspondant du véhicule n° 13, qui est 1,21.

Rapprochée de ce fait que l'ampèremètre et le voltmètre n'étaient pas placés sous les yeux du Commissaire, cette augmentation du rapport entre les consommations en service et en essai, avait porté quelques commissaires à penser que les intensités pendant les essais en palier n'avaient pas été relevées avec assez d'exactitude.

D'autres opposaient à cette manière de voir les essais du 1er juin, où un ampèremètre était sous les yeux du Commissaire. Le tableau de la page suivante montre en effet que, si on tient compte des vitesses moyennes différentes et de l'amélioration du moteur par quelques jours de service, les constatations du 1er juin concordent suffisamment avec les observations critiquées du 11 juin.

Ils préféraient chercher l'explication du rapport moyen 1,41 dans la trop grande quantité d'énergie inutilement prise à l'usine, les premiers jours, par un constructeur quelque peu inquiet du faible poids de ses accumulateurs. D'ailleurs, la surveillance des batteries était des plus difficiles, vu l'exiguïté du vide ménagé entre elles et le dessus du coffre qui n'était pas amovible dans le cab du Concours.

De son côté, le constructeur admettait que la difficulté de voir bien



Digitized by Google

exactement la position de l'aiguille, résultant des cahots, avait pu entraîner une erreur de 7 à 8 % en moins.

Comme nous l'avons dit plus haut, la véritable explication du rapport 1,41 se trouve dans l'erreur de lecture due à la modification du circuit de shunt de l'ampèremètre relevée par le Jury.

On trouvera peut-être que nous donnons trop d'importance à un

| Dates des essais. . | 11 JUIN | | 1er JUIN | | 1er JUIN | | 11 JUIN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesses moyennes. | 7km 82 | | 12km 850 | | 14km 140 | | 16km 93 | |
| Volts . . . . . | 44 | | » (1) | | » (1) | | 88 | |
| | Ampères lus par le conducteur | | Ampères lus par le commissaire | | Ampères lus par le commissaire | | Ampères lus par le conducteur | |
| | A | R | A | R | A | R | A | R |
| | 14 | » | 13 | 15 | 13 | 17 | 18 | 15 |
| | 12 | » | 11 | 15 | 14 | 18 | 16 | 16 |
| | 12 | » | 13 | 17 | 13 | 17 | 17 | 15 |
| | 12 | » | 13 | 16 | 12 | 17 | 16 | 16 |
| | 12 | » | 13 | 15 | 14 | 16 | 18 | 16 |
| | 12 | » | 11 | 17 | 14 | 20 | 16 | 15 |
| | 11 | » | 12 | 14 | 12 | 20 | 17 | 16 |
| | 11 | » | 12 | 16 | 16 | 18 | 16 | 15 |
| Vent . . . . . | Néant | » | Arrière | Debout | Arrière | Debout | Debout | Arrière |
| | | | Assez fort. | | | | Faible. | |
| | » | » | 12,25 | 15,6 | 13,5 | 18 | 16,7 | 15,5 |
| Ampères moyens . | 12 | » | 13,97 | | 16,7 | | 16,1 | |

point en apparence de détail. Si nous avons tant insisté, c'est pour appeler l'attention, tout à la fois de la Commission et des concurrents, sur l'absolue nécessité de mettre à la disposition des Commissaires les appareils de mesure nécessaires, convenablement étalonnés.

Faute de n'avoir pas, comme président de la Commission, tenu la main à une prescription du programme, nous ne pouvons, comme rapporteur, faire état d'une consommation par voiture-kilomètre en palier, qui d'après la fourniture d'énergie à l'usine, eût peut-être été le plus précieux renseignement fourni par le Concours.

(1) Le Commissaire indique 88 volts approximativement.

Digitized by Google

## II. — Prix de revient.

*Consommation d'énergie spécifique par voiture-kilomètre :*

| | | watts-heure. |
|---|---|---|
| En service courant, à la vitesse moyenne de 14,34 kilomètres à l'heure. . . . . | | 121,85 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa*, à la vitesse moyenne de 10 kilomètres à l'heure. . | $70,50 \times 1,306 =$ | 90,88 |
| En maraude . . . . . | $69,51 \times 1,306 =$ | 90,07 |

*Fourniture d'énergie électrique par voiture-kilomètre :*

| | | watts-heure. |
|---|---|---|
| En service courant. . . . . | | 162,47 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa* . . . . . | $\frac{92,07}{0,75} =$ | 122,70 |
| En maraude. . . . . | $\frac{90,88}{0,75} =$ | 121,10 |

*Fourniture d'énergie pour une journée de voiture du type n° 25 :*

| | | watts-heure. | kilowatts-heure. |
|---|---|---|---|
| En service courant. . . . . | $45 \times 162,47 =$ | 7 311 | 9,741 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa*. . . . . | $5 \times 122,7 =$ | 613,5 | |
| En maraude. . . . . | $15 \times 121,1 =$ | 1 816,5 | |

*La dépense correspondante sera de :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Énergie électrique. . . . . | kilowatts-heure. | $9,74 \times 0,12 =$ | 1,16 |
| Graissage. . . . . | | $0,100 \times 0,90 =$ | 0,09 |
| | | Total. . . . . | 1,25 |

**Prix de revient de la journée :**

| | | |
|---|---|---|
| Frais généraux et faux frais . . . . . | Fr. | 14,48 (1) |
| Accumulateurs. . . . . | | 4 » |
| Huile et graissage . . . . . | | 0,09 |
| Énergie électrique . . . . . | | 1,16 |
| Total . . . . . | Fr. | 19,73 |

**Prix de revient du kilomètre utile :**

$$\frac{19,73}{45} = 0,44.$$

**Prix de revient du kilomètre en sus :**

$$0,16217 \times 0,12 = 0,0195.$$

(1) Voir page 227.

Digitized by Google

### Landaulet Jeantaud (n° 23).

Cette voiture, qui était inscrite sous le numéro 23, a été, comme la précédente, construite et présentée par M. Jeantaud, Ingénieur à Paris.

*But, charge utile, prix.* — Le landaulet a été établi en vue du transport de deux voyageurs, c'est-à-dire pour une charge utile de 140 kilogrammes.

Il peut être livré au prix de 14 000 francs.

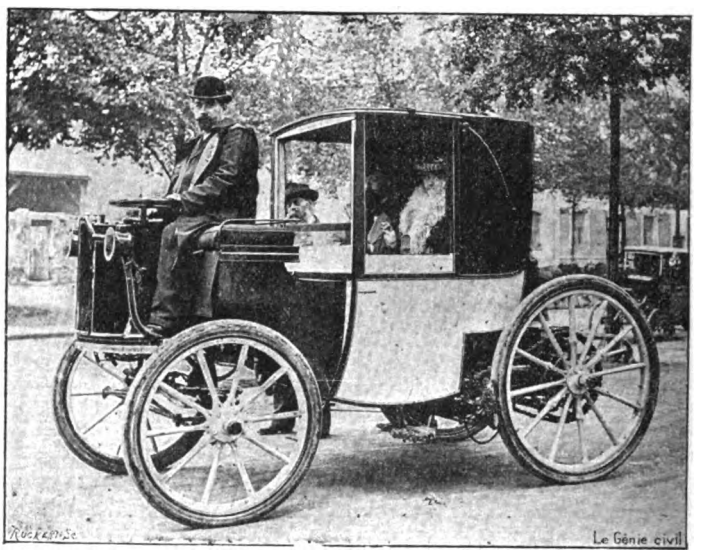



Fig. 18. — Landaulet Jeantaud (n° 23); fermé.

*Description sommaire.* — Comme on le voit sur les figures 18 à 21, ce véhicule se compose d'une caisse de petit landau dont le mode de fermeture est très ingénieux. La glace de l'avant peut se baisser dans la double paroi intérieure.

Le siège du conducteur est placé au-dessus de l'avant-train directeur. Le conducteur a à sa disposition : le volant de direction, le combinateur et deux pédales. Une des pédales sert au démarrage et au freinage électrique ; l'autre actionne deux freins à enroulement sur des couronnes fixées aux rais en bois des roues motrices. Ces freins, à double enroule-

Digitized by Google

ment, servent aussi bien dans la marche en arrière que dans la marche en avant.

En avant et à droite du siège est placée la manivelle d'un frein à sabots.

Un carter fixé au châssis sous la caisse renferme le moteur ainsi que le différentiel.

Les accumulateurs sont installés, quelques-uns dans le coffre du siège du conducteur, les autres dans un coffre qui ouvre à l'arrière du véhicule.

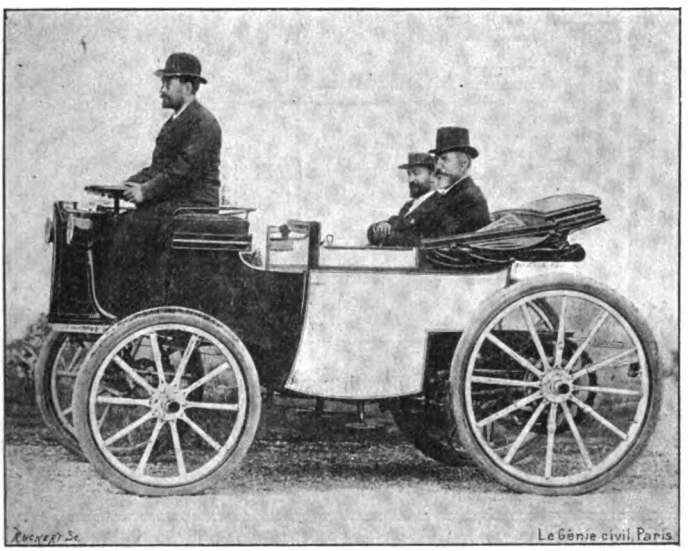



FIG. 19. — Landaulet Jeantaud (n° 23); découvert.

*Répartition des poids.* — Le tableau ci-dessous indique la répartition de la charge sur les essieux:

| | POIDS | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE (MOTRICES) |
|---|---|---|---|
| Poids à vide . . . . . Kilogr. 1 000 | | | |
| Conducteur . . . . . 70 | 1 520 | 765 | 755 |
| Accumulateurs. . . . . 450 | | | |
| Charge utile . . . . . Kilogr. | 140 | 40 | 100 |
| POIDS TOTAL. . Kilogr. | 1 660 | 805 | 855 |

Digitized by Google

Le rapport de la *charge utile* au *poids mort*, en ordre de marche, est

$$\frac{U}{P_m} = \frac{140}{1\,520} = 0{,}092.$$

Le rapport de la *charge utile* au *poids total* est :

$$\frac{U}{P_t} = \frac{140}{1\,660} = 0{,}084.$$

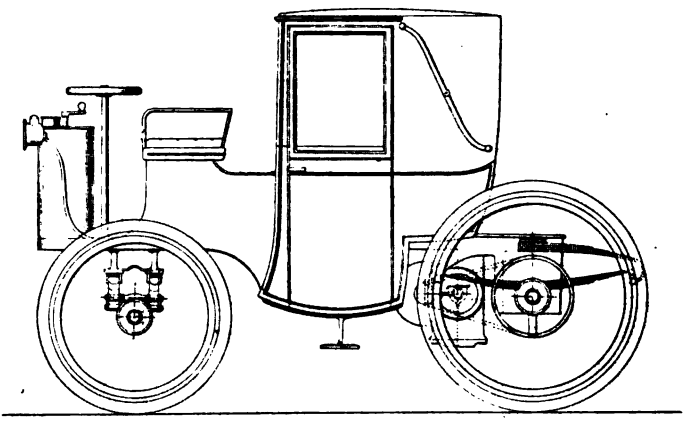


Fig. 20. — Elévation du Landaulet.

*Roues.* — Les indications concernant les roues sont résumées dans le tableau suivant :

| | ROUES AVANT | ROUES ARRIÈRE (MOTRICES) |
|---|---|---|
| Diamètre moyen des fusées . . . . . | 0m 038 | 0m 038 |
| Diamètre extérieur, y compris des bandages (pneus) de 0m 065 . . . . . | 0m 950 | 1m 150 |
| Rapport $\frac{f}{r}$ = | 0,040 | 0,033 |

La distance entre les deux essieux (empattement) est de 2 mètres.

La largeur de la voie est de 1m 350 pour les roues avant et les roues arrière.

Les roues sont en bois, avec moyeux métalliques.

Les pneumatiques sont du système Michelin.

Digitized by Google

*Encombrement.* — La longueur du landaulet, toutes saillies comprises, est de 3 mètres et sa largeur de 1m 65.

*Moteur.* — Le moteur est à deux pôles et à deux enroulements inducteurs : l'un en série, l'autre shunt.

Il est installé, ainsi que le différentiel et les pignons qui les relient, dans un carter clos placé sous la caisse de la voiture, en avant de l'essieu arrière.

Ce moteur pèse, avec sa transmission, 190 kilogrammes.

Sa puissance normale est de 5 chevaux.

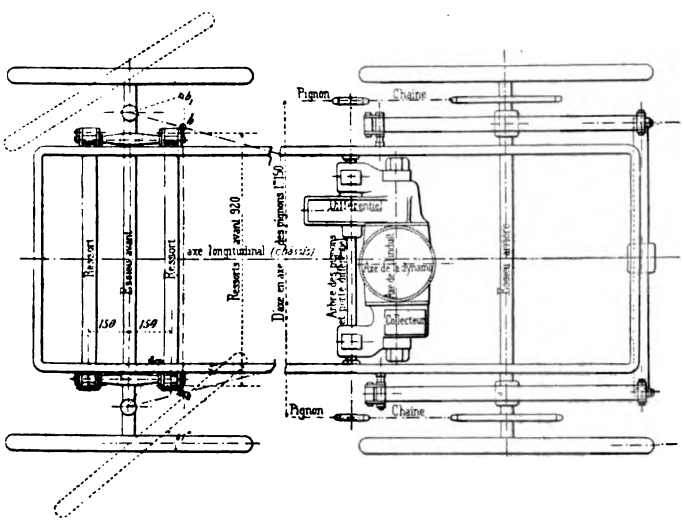



FIG. 21. — Plan du châssis du Landaulet.

Les diverses variations d'excitation et les couplages des batteries permettent les vitesses suivantes :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re | vitesse : | 7 kilom. | à l'heure, | avec couplage des batteries | en | quantité ; |
| 2e | — | 12 | — | — | | en série ; |
| 3e | — | 15 | — | (normale) | — | — |
| 4e | — | 18 | — | (grande vitesse) | — | — |

Les vitesses intermédiaires s'obtiennent par des résistances momentanées, introduites par la pédale de démarrage et de freinage électrique.

Digitized by Google

*Accumulateurs.* — Les accumulateurs sont du type Fulmen B 17. Ils sont au nombre de 44 et pèsent chacun 10kg 400. Leur poids total, sans les connexions, est donc de 457kg 60.

*Transmission.* — Le système de transmission est le même que dans le cab du même constructeur.

*Appareil de direction.* — Un volant horizontal est calé sur une tige verticale, à la partie inférieure de laquelle est un pignon agissant sur une crémaillère horizontale. A l'autre extrémité de cette crémaillère est articulée une bielle coudée et inclinée ; cette bielle donne le mouvement à la tige qui, réunissant les bras des fusées à pivots, rend leurs mouvements solidaires.

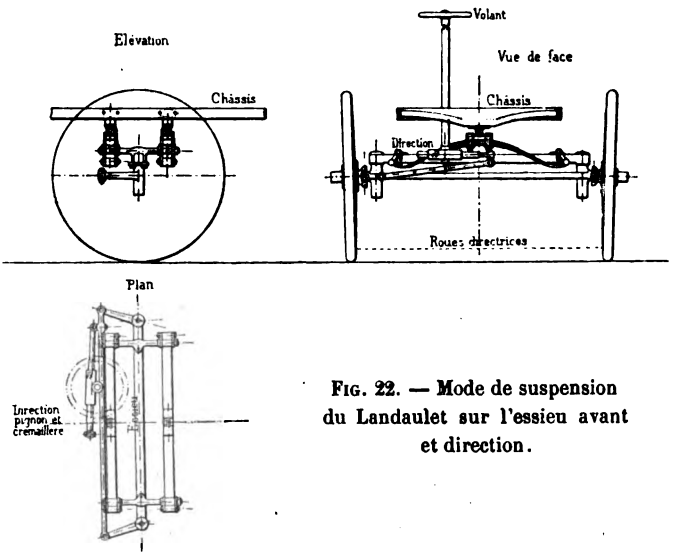



FIG. 22. — Mode de suspension du Landaulet sur l'essieu avant et direction.

Il faut faire un tour du volant pour braquer complètement les roues dont le plan fait alors un angle de 35° avec le plan médian du véhicule.

Digitized by Google

## Constatations des Commissaires.

### I. — Vitesses.

**1° *Vitesses pendant les essais du 11 juin :***

| | |
|---|---|
| *En palier* . . . . . | batteries en série : 11km 75 ; 15km 15 ; 16km 25. |
| *Rampe du Mont-Valérien* (déclivité de 8e 2 °/₀). | batteries en série : 8 kilom. |

**2° *Vitesses en service dans Paris :***

(Landaulet n° 23)

**Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Garage. . . . Dép. | 9 17 | | | 8 30 | | | 8 36 | | |
| Halte . . . Arr. | 11 21 | 2 4 | 10,17 | 11 30 | 3 » | 7,00 | 10 20 | 1 44 | 12,12 |
| Halte . . . Dép. | 12 1 | | | 11 30 | | | 10 25 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 1 39 | 1 38 | 12,09 | 1 1 | 1 31 | 13,03 | 12 39 | 2 14 | 8,84 |
| Déjeuner. . Dép. | 2 39 | | | 2 8 | | | 1 40 | | |
| Garage. . . . Arr. | 4 30 | 1 51 | 11,24 | 3 42 | 1 34 | 13,27 | 3 15 | 1 35 | 13,14 |
| | | 5 33 | 11,09 | | 6 5 | 10,12 | | 5 33 | 11,09 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897,5 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 9 12 | | | 8 22 | | | 8 15 | | |
| Halte . . . Arr. | 10 54 | 1 42 | 12,15 | 9 54 | 1 32 | 13,47 | 10 4 | 1 49 | 11,37 |
| Halte . . . Dép. | 11 26 | | | 10 26 | | | 10 38 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 1 » | 1 34 | 11,90 | 11 58 | 1 32 | 12,16 | 12 8 | 1 30 | 13,32 |
| Déjeuner. . Dép. | 2 7 | | | 1 » | | | 1 18 | | |
| Garage. . . . Arr. | 3 58 | 1 51 | 12,37 | 2 44 | 1 44 | 13,21 | 3 4 | 1 46 | 12,96 |
| | | 5 7 | 12,16 | | 4 48 | 12,96 | | 5 5 | 12,24 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 38 | | | 8 11 | | | 8 8 | | |
| Halte . . . Arr. | 11 27 | 2 49 | 7,53 | 9 53 | 1 42 | 12,51 | 9 48 | 1 40 | 12,76 |
| Halte . . . Dép. | 12 15 | | | 10 23 | | | 10 18 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 1 54 | 1 39 | 12,65 | 11 58 | 1 35 | 13,18 | 11 55 | 1 37 | 12,91 |
| Déjeuner. . Dép. | 2 49 | | | 12 58 | | | 12 55 | | |
| Garage. . . . Arr. | 4 20 | 1 31 | 13,11 | 2 20 | 1 22 | 14,55 | 2 15 | 1 20 | 14,92 |
| | | 5 59 | 10,36 | | 4 39 | 13,34 | | 4 37 | 13,44 |

*Incidents divers :*

*2 juin.* — Arrêt de 5 minutes pour un frein qui chauffe. — Le voltage tombe à la fin du parcours.

*3 juin.* — L'ampèremètre est avarié.

*4 juin.* — Un écrou du porte-balai se desserre et un plomb fond (27 minutes d'arrêt). — On s'arrête 28 minutes pour visiter le combinateur. — Pendant la halte on démonte le porte-balai ; la halte, de ce fait, dure 18 minutes de plus que le temps normal.

*5 juin.* — Arrêt de 1 heure pour réglage d'un balai. Un plomb fondu.

*8 juin.* — L'ampèremètre est avarié.

*9 juin.* — Par suite d'un dérapage, heurt avec une voiture à bras. Pas d'avaries.

*10 juin.* — 5 minutes pour régler un balai.

*7 juin.* — *Au parc :* Une boîte d'accumulateurs se carbonise et doit être changée.

Digitized by Google

Si on tient compte des divers incidents en cours de route ci-dessus les vitesses moyennes deviennent:

| (Landaulet n° 23) | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres | 11,26 | 12,11 | 11,09 | 12,16 | 12,96 | 12,24 | 12,24 | 13,34 | 13,68 |
| Nombre de personnes (conducteur compris) | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lest | 0 (*a*) | 0 (*b*) | 0 soit 70 kg en plus | 0 | 0 | 0 | 0 (*c*) | 0 | 0 |

(*a*) Un voyageur en surcharge pendant 6 kilomètres.
(*b*) Un voyageur en moins pendant 20 kilomètres.
(*c*) Un voyageur quitte le véhicule au kilomètre 48.

**Vitesse moyenne générale** . . . . . 12km 34
**Charge utile normale** . . . . . 210 kilogrammes.

## II. — Essais de freinage du 11 juin.

*(Sur la côte de la Tuilerie : déclivité 6 %).*

### 1° *En montant :*

Temps employé pour parcourir 25 mètres avant le drapeau de signal de serrage du frein, en secondes . . . . . 9″ 2
Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure . . . . . 9km 8
Longueur parcourue après le serrage du frein . . . . . 2m 41
Recul après l'arrêt . . . . . nul

### 2° *En descendant :*

Temps employé pour parcourir 66 mètres avant le drapeau du signal de serrage du frein, en secondes . . . . . 17″ 6
Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure . . . . . 13km 5
Longueur parcourue après le signal de serrage du frein avant l'arrêt complet, en mètres . . . . . 12m 02 (1)

(1) Outre que le commencement du freinage n'a peut-être pas coïncidé exactement avec le signal d'arrêt, le conducteur a pu reculer devant le danger de crever ses pneumatiques sur les aspérités de la chaussée en bloquant trop brusquement ses roues.

Digitized by Google

### III. — Consommations.

1° *Consommation en huile pour graissage* . . . . . 0kg 100

2° *Consommation en énergie électrique (fournie par l'usine) :*

| Dates . . . . . | 2 JUIN | 3 JUIN | 4 JUIN | 5 JUIN | 6 JUIN | 7 JUIN | 8 JUIN | 9 JUIN | TOTAUX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kilomètres parcourus . . . . . | 61,579.8 | 62,217 | 62,044 | 61,579.8 | 62,217 | 62,044 | 61,579.8 | 62,217 | 495,48 |
| Kilowatts-heure fournis aux poteaux de charge . | 14,53 | 12,92 | 13,37 | 12,21 | 10,98 | 10,49 | 11,60 | 11,22 | 97,32 |

| | |
|---|---|
| Kilowatts-heure fournis en moyenne par jour . . . . . | 12,16 |
| Watts-heure fournis en moyenne par voiture-kilomètre . . . . . | 196,40 |

Le landaulet (n° 23) avait pour conducteur un excellent mécanicien de voiture Peugeot qui, avant le Concours, n'avait reçu que quelques leçons de conduite de voiture électrique.

Si on rapproche les vitesses moyennes des trois parcours sur l'itinéraire A, par exemple, et les consommations correspondantes d'énergie :

| DATES | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN |
|---|---|---|---|
| Kilomètres parcourus. . . . . | 61 579,8 | 61 579,8 | 61 579,8 |
| Temps réel du parcours. . . . h. m. | 5,28 | 5,5 | 5,33 |
| Vitesses moyennes . . . . . km. | 11,26 | 12,11 | 11,09 |
| Kilowatts-heure fournis aux bornes des accumulateurs . . . . . | 14,53 | 12,21 | 11,60 |

on voit avec quelle rapidité on peut, d'un homme intelligent, prudent et soigneux, faire un excellent conducteur de voiture électrique.

3° *Consommation pendant les essais du 11 juin :*

| (Landaulet n° 23). | VITESSE en KILOMÈTRES par heure | DIFFÉRENCE de POTENTIEL en volts | INTENSITÉ en AMPÈRES | PUISSANCE en WATTS | ÉNERGIE SPÉCIFIQUE consommée en watts-heure |
|---|---|---|---|---|---|
| En palier. | 11,75 | 88 | 21 » | 1 850 | 157,4 |
| | 15,15 | 87 | 24 » | 2 090 | 137,9 |
| | 16,45 | 87 | 26 » | 2 260 | 137,3 |
| En rampe. | 8,00 | 85 | 68,7 | 5 840 | 730,0 |

Digitized by Google

## Calculs du Jury.

### I. — Consommations.

Le nombre de watts-heure fournis en moyenne à l'usine par voiture-kilomètre, a été de 196,4.

Si on admet que le rendement en énergie des accumulateurs a été de 75 °/₀, on en déduit :

| | |
|---|---|
| Watts-heure consommés en moyenne en service par voiture-kilomètre . . . . . | 147,300 |
| Watts-heure consommés en essais sur palier par voiture-kilomètre . . . . . | 137,9 |
| Rapport . . . . . | 1,06 |

Ce rapport, différent pour chaque voiture, tient, d'une part, aux sujétions du parcours dans Paris et, de l'autre, à la manière d'utiliser le moteur propre à chaque conducteur. A cet égard, il est intéressant de rapprocher les trois parcours de l'itinéraire A :

| DATES | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN |
|---|---|---|---|
| Kilowatts-heure fournis par jour . . . | 14,53 | 12,21 | 11,60 |
| Watts-heure fournis en moyenne par voiture-kilomètre . . . . . | 236,28 | 198,28 | 188,3 |
| Watts-heure consommés par voiture kilomètre . . . . . | 177,21 | 148,71 | 141,22 |
| Watts-heure consommés par voiture-kilom. en palier à la vitesse 15 kilom.. | 137,90 | 137,90 | 137,90 |
| **Rapport entre les énergies consommées, par voiture kilomètre, en service dans Paris et en palier** . . . . . | 1,285 | 1,078 (1) | 1,024 |

(1) Nous adopterons ce rapport moyen 1,078 qui est presque *identique* à celui 1,08 du Coupé à galerie n° 16.

### II. — Prix de revient.

*Consommation d'énergie spécifique par voiture-kilomètre :*

| | watts-heure. |
|---|---|
| En service courant, à la vitesse moyenne de 12,34 kilomètres à l'heure . . . . . | 147,30 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa*, à la vitesse moyenne de 10 kilomètres à l'heure . . . . . | $157,4 \times 1,078 = 169,67$ |
| En maraude . . . . . | $157,4 \times 1,078 = 169,67$ |

Digitized by Google

*Fourniture d'énergie spécifique par voiture-journée :*

| | Watts-heure. |
|---|---|
| En service courant . . . . . | 196,4 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa*. . . . $\frac{169,67}{0,75}$ = | 226,2 |
| En maraude. . . . . $\frac{169,67}{0,75}$ = | 226,2 |

*Fourniture d'énergie pour une journée de voiture du type n° 23 :*

| | watts-heure. | kilowatts-heure. |
|---|---|---|
| En service courant . . . . . | $45 \times 196,4 = 8\,838,0$ | 13,36 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa* . . . . . | $5 \times 226,2 = 1\,131,0$ | |
| En maraude. . . . . | $15 \times 226,2 = 3\,393,0$ | |

*La dépense correspondante aux consommations journalières sera donc :*

| | | |
|---|---|---|
| Énergie électrique . . . . . | kilowatts-heure. | $13,36 \times 0,12 = 1,60$ |
| Graissage . . . . . | | $0,100 \times 0,90 = 0,09$ |
| TOTAL. . . . . | | 1,69 |

**Prix de revient de la journée :**

| | | |
|---|---|---|
| Frais généraux et faux frais. . . . . | Fr. | 14 48 (1) |
| Accumulateurs. . . . . | | 4 » |
| Huile et graissage. . . . . | | 0 09 |
| Énergie électrique. . . . . | | 1 60 |
| TOTAL. . . . . | Fr. | 20 17 |

**Prix de revient du kilomètre utile :**

$$\frac{20,21}{45} = 0,448$$

**Prix de revient du kilomètre en sus :**

$$0,1964 \times 0,12 = 0,0235.$$

(1) Voir page 227.

Digitized by Google

## 3e CATÉGORIE

*Voitures à deux moteurs, un pour chaque roue motrice avec le moyeu de laquelle l'axe du moteur est en relation directe par un jeu d'engrenages invariables et où la variation de vitesse de chaque roue motrice est obtenue par une variation correspondante de la vitesse du moteur.*

### ÉLECTRICITÉ.

### Voitures Kriéger (nos 1, 3 et 16).

La figure ci-jointe (fig. 23) montre comment, sur un même châssis, on peut facilement substituer une caisse quelconque à celle qui y est fixée. Dès lors, il nous paraît suffisant de consacrer une

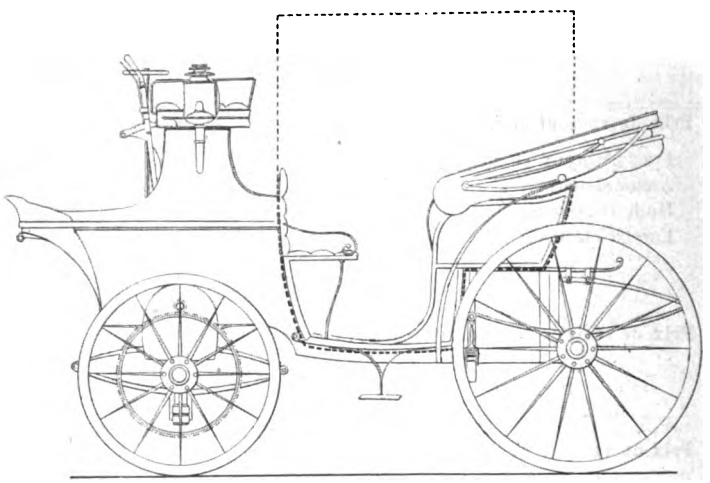


FIG. 23. — Schéma montrant l'interchangeabilité des caisses des voitures Kriéger.

seule et même monographie aux trois voitures Kriéger du Concours, en nous bornant à relever les particularités de chacune d'elles.

Ces trois véhicules, qui étaient inscrits sous les nos 1, 3 et 16, ont été construits et présentés par M. Kriéger (1).

(1) Paris, 80, rue Taitbout.

Digitized by Google

*But, charge utile, prix.* — Le Coupé n° 1 et la Victoria n° 3 sont établis en vue du transport de trois et même quatre voyageurs sans bagages. La charge utile est donc de 210 kilogr. ; cependant en concours ils ont le plus souvent porté quatre voyageurs, c'est-à-dire 280 kilogrammes.

Le Coupé à galerie n° 16 a été établi en vue du transport de quatre voyageurs avec bagages, soit pour une charge utile de 400 kilogrammes.

Ces divers véhicules peuvent être livrés pour le prix de 12 000 francs.

*Description sommaire.* — Comme on le voit sur les figures ci-après (fig. 24 à 29), ces voitures ont la forme soit d'un coupé « trois-quarts » soit d'une victoria à deux banquettes.

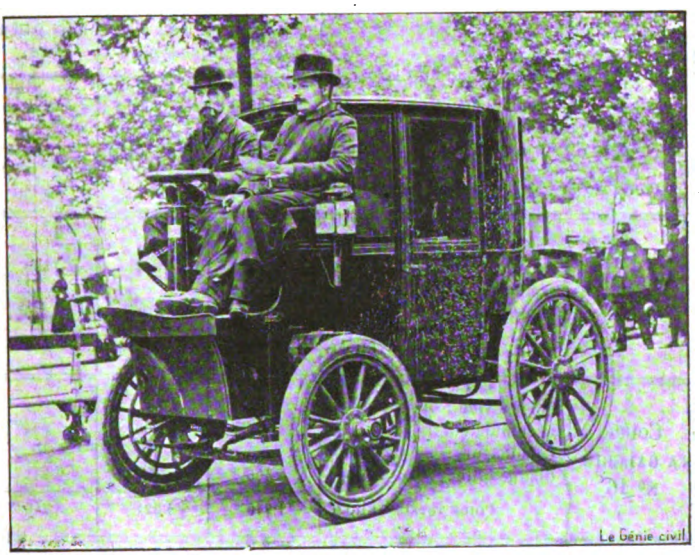



FIG. 24. — Coupé Kriéger (n° 1).

Le siège du conducteur est placé au-dessus de l'avant-train. Le conducteur a à sa disposition : un volant agissant sur la direction, une pédale mettant en action deux freins à enroulement, et un combinateur permettant de régler la marche du moteur électrique ou de le faire servir au freinage. Un ampèremètre et un voltmètre apériodiques sont placés devant ses yeux, au-dessus du combinateur.

Digitized by Google

Les accumulateurs sont installés dans deux coffres situés l'un au-dessous du siège du conducteur, l'autre en arrière de la caisse du coupé. Ces coffres s'ouvrent par une paroi mobile qui démasque entièrement les boîtes renfermant les accumulateurs qu'il est facile d'enlever et de replacer.

Il y a deux moteurs, un pour chacune des roues d'avant, qui sont à la fois motrices et directrices.

Ces moteurs sont placés directement sur les pivots verticaux autour desquels peuvent se mouvoir les fusées des roues.

*Répartition des poids.* — Le tableau ci-dessous donne la répartition de la charge sur les deux essieux, pour chacun des trois véhicules:

| | | POIDS | ROUES AVANT (motrices, directr.) | ROUES ARRIÈRE (folles) |
|---|---|---|---|---|
| COUPÉ N° 1 | Poids à vide . .kilogr. 833 | | | |
| | Accumulateurs. . . . 457 | 1 360 | 866 | 494 |
| | Conducteur . . . . . 70 | | | |
| | Charge utile . . . . .kilogr. | 280 | 100 | 180 |
| | POIDS TOTAL. .kilogr. | 1 640 | 966 | 674 |
| VICTORIA N° 3 | Poids à vide . .kilogr. 683 | | | |
| | Accumulateurs. . . . 457 | 1 310 | 844 | 466 |
| | Conducteur . . . . . 70 | | | |
| | Charge utile . . . . .kilogr. | 280 | 104 | 176 |
| | POIDS TOTAL. .kilogr. | 1 590 | 948 | 642 |
| COUPÉ A GALERIE N° 16 | Poids à vide . .kilogr. 843 | | | |
| | Accumulateurs. . . . 457 | 1 370 | 866 | 504 |
| | Conducteur . . . . . 70 | | | |
| | Charge utile . . . . .kilogr. | 400 | 158 | 242 |
| | POIDS TOTAL. .kilogr. | 1 770 | 1 024 | 746 |

Les rapports de la *charge utile* au *poids mort*, en ordre de marche, et de la *charge utile* au *poids total* sont :

| | COUPÉ N° 1 | VICTORIA N° 3 | COUPÉ A GALERIE N° 16 |
|---|---|---|---|
| $\frac{U}{P_m}$ | $\frac{280}{1\,360} = 0{,}20$ | $\frac{280}{1\,310} = 0{,}21$ | $\frac{400}{1\,370} = 0{,}225$ |
| $\frac{U}{P_t}$ | $\frac{280}{1\,640} = 0{,}17$ | $\frac{280}{1\,590} = 0{,}176$ | $\frac{400}{1\,770} = 0{,}184$ |

Digitized by Google

***Roues.*** — Les indications concernant les roues sont résumées dans le tableau suivant :

| | ROUES AVANT (motrices, directrices) | ROUES ARRIÈRE (folles) |
|---|---|---|
| Diamètre moyen des fusées . . . . . | 0m,042 | 0m,042 |
| Diamètre extérieur, y compris des bandages (pneus) de 0m 065 . . . . . | 0m,860 | 1m,060 |
| Rapport $\frac{f}{r} =$ | 0,05 | 0,04 |

La distance entre les deux essieux (empattement) est de 1m 70.
La largeur de la voie est de 1m 45.

FIG. 25. — Victoria Kriéger (n° 3).

Les roues en bois, avec moyeu métallique sont fortement inclinées vers l'axe de la voiture dans le haut; les rais ont un carrossage assez prononcé.

Les pneumatiques sont du système Michelin, à toutes les roues sur le coupé n° 1, et seulement aux roues avant sur les voitures n° 3 et n° 16 dont les roues arrière sont munies de caoutchoucs pleins dits « compound ».



Digitized by Google

*Encombrement.* — La largeur de chacune des trois voitures est de $1^m 75$, toutes saillies comprises.

La longueur est de $2^m 96$ pour le n° 1 et le n° 3, et de $3^m 30$ pour le n° 16.

La hauteur totale de la voiture au-dessus du sol est de 2 mètres pour les trois voitures.

La hauteur du plancher de la caisse au-dessus du sol est de $0^m 65$.

Les batteries d'accumulateurs Fulmen, chacune de 22 éléments type B 17, sont logées dans deux caisses de $0^m 610 \times 0^m 690 \times 0^m 300$.

*Moteurs et transmission.* — Les moteurs électriques, construits par la maison Postel-Vinay, sur le type Kriéger, ont chacun une puissance nominale de trois chevaux et pèsent environ 65 kilogr. Chacun d'eux est monté directement sur le pivot vertical d'une roue avant.

Chaque moteur est à quatre pôles bobinés. Les enroulements sont différents pour chaque groupe de pôles : l'un est à gros fil, pour les électros montés en série ; l'autre est à fil fin, pour les électros shunt ou montés en dérivation.

Les extrémités des enroulements des électros sont réunies à un *combinateur* qui permet en même temps de faire varier le couplage des deux batteries d'accumulateurs.

L'axe de l'induit porte, du côté extérieur, un pignon engrenant directement sur une couronne fixée au moyeu de la roue (fig. 12).

Le rapport entre les engrenages héliçoïdaux des pignons et de la couronne est de $\frac{1}{16,5}$.

Quoique les rais en bois de la roue eussent pu permettre d'y fixer la couronne dentée, le constructeur a préféré la caler sur le moyeu bien qu'il en doive résulter un plus grand couple de flexion des rais.

Il a adopté ce dispositif comme procurant plus de facilités pour le centrage rigoureux de la couronne : ce qui le dispense de réunir l'axe de l'induit à l'axe du pignon par un joint à la cardan.

L'expérience des 560 kilom. parcourus pendant le Concours semble prouver que l'élasticité des bandages en caoutchouc gonflés suffit, même sur les horribles pavés du boulevard Sérurier, pour mettre les moteurs à l'abri de trépidations contraires à leur bon fonctionnement.

Les deux moteurs sont normalement montés en série, de telle sorte

Digitized by Google

que chaque induit peut prendre, dans les limites de vitesse du Concours, la vitesse de rotation qui convient à la résistance rencontrée par chaque roue.

Grâce à la souplesse du moteur électrique, cette condition se trouve encore à peu près remplie lorsque les moteurs sont montés en parallèle comme dans les 5e et 6e vitesses.

Le différentiel, organe essentiel des voitures automobiles à un seul moteur, est donc inutile ici.

Toutefois, lorsque les moteurs sont montés en parallèle, leur vitesse n'est pas rigoureusement conforme à celle qu'ils devraient prendre à

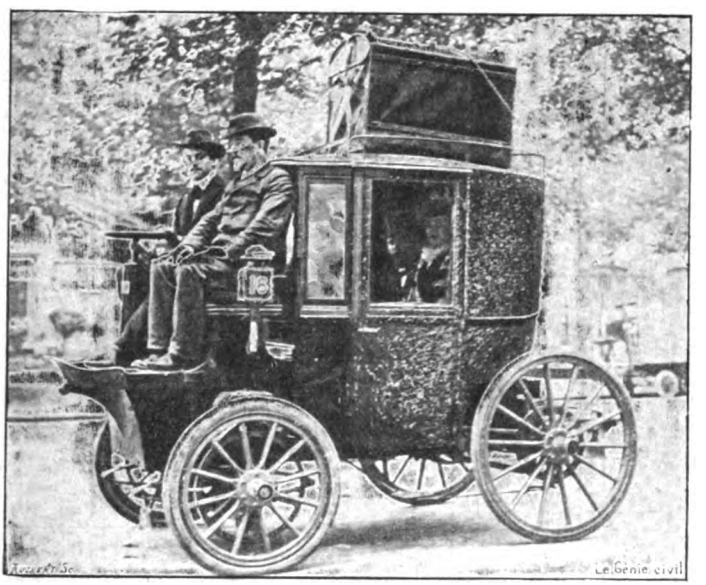


Fig. 26. — Coupé à galerie Kriéger (n° 16).

certains moments, et il faut que, par la direction, le conducteur corrige la tendance des roues à dévier de la ligne droite.

Dans la voiture à pétrole, un organe non moins utile que le différentiel est le cône d'embrayage à friction qui permet d'obtenir, par le moyen d'une pédale, toutes les vitesses intermédiaires que réclament les nécessités de la circulation dans les rues encombrées.

Digitized by Google

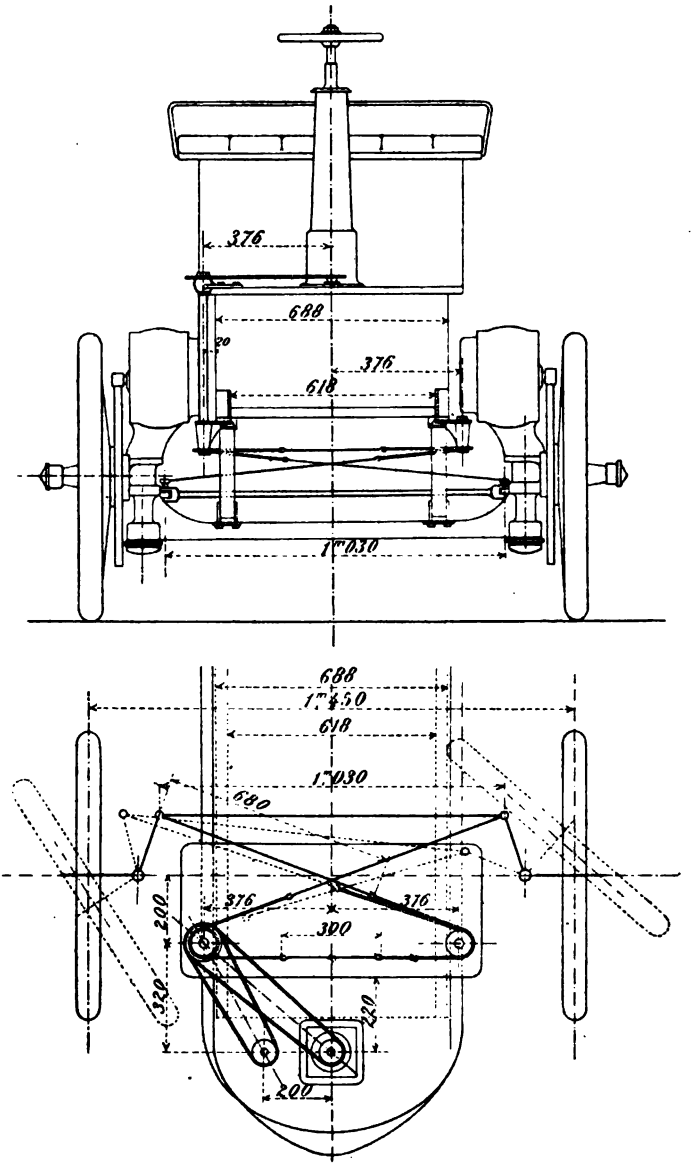



Fig. 27. — Élévation et plan de l'avant-train Kriéger.

Digitized by Google

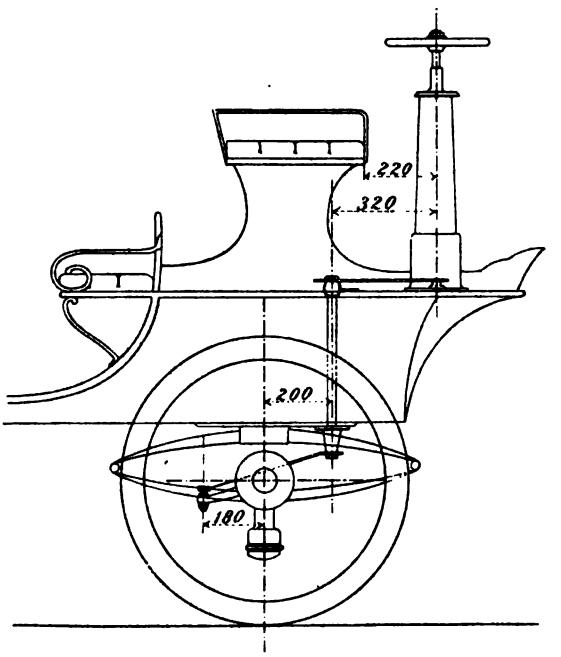



FIG. 28. — Elévation latérale de l'avant-train Kriéger.

Dans les voitures Kriéger, les vitesses intermédiaires sont obtenues en profitant de ce qu'au commencement de sa course, la pédale coupe le circuit.

Le résultat est le même, mais sans consommation inutile d'énergie.

Le combinateur permet d'obtenir les vitesses suivantes :

1re VITESSE : *5 à 6 kilom.* — La batterie est en deux groupes en quantité et le courant passe dans les quatre bobines inductrices. — L'induit fait alors 600 tours.

2e VITESSE : *8 à 10 kilom.* — La batterie est comme précédemment, mais les deux bobines Shunt sont hors circuit. — L'induit fait 900 tours.

3e VITESSE : *11 à 12 kilom.* — Tous les éléments sont en série et le courant passe dans les quatre bobines. — L'induit fait 1 200 tours.

4e VITESSE : *16 à 17 kilom.* — La batterie est comme dans le cas précédent, mais les deux électros Shunt sont hors circuit. — L'induit fait 1 600 tours.

Digitized by Google

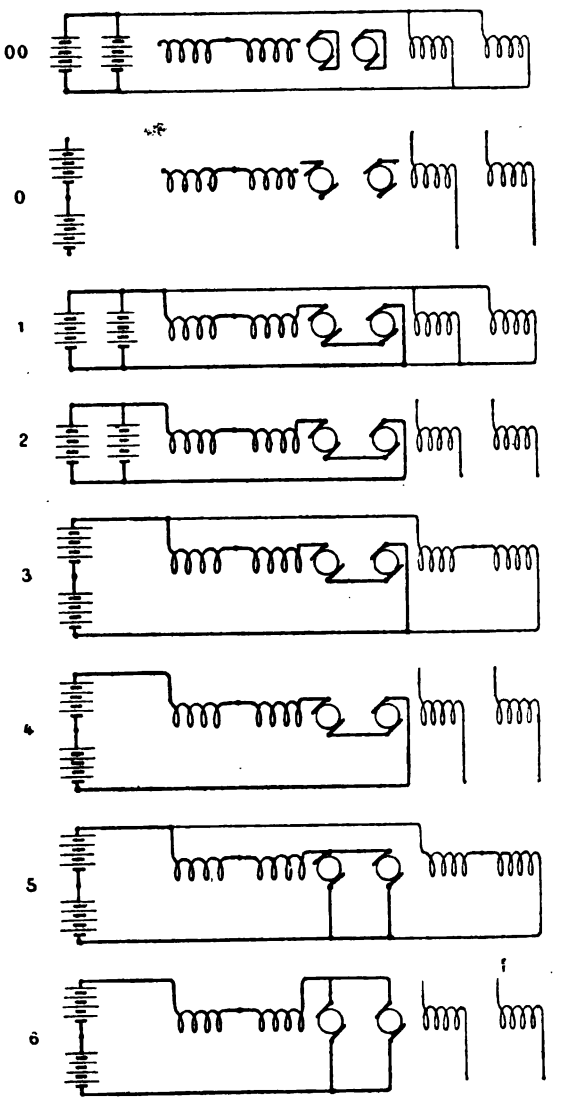



FIG. 29. — Combinateur des Voitures Kriéger.

(Ces schémas ont été dressés d'après les indications du constructeur, minutieusement vérifiées par M. Hospitalier.)

Digitized by Google

5e VITESSE : *20 kilom.* — Dans toutes les positions précédentes, les induits étaient en série. Pour obtenir la vitesse de 20 kilom. correspondant à 2 050 tours de l'induit, on met les induits en parallèle en laissant la batterie dans le même état que pour la 4e et en employant les quatre électros.

6e VITESSE : *25 kilom.* — Cette vitesse, correspondant à 2 550 tours de l'induit, s'obtient en supprimant les deux électros Shunt.

Le tableau ci-dessous et les schémas ci-contre (fig. 29) montrent quels sont les groupages des batteries et les divers modes d'excitation correspondant à ces voitures.

| POSITIONS DU COMBINATEUR | ROLE | DEUX BATTERIES | EXCITATIONS | DEUX INDUITS |
|---|---|---|---|---|
| — 1 | Marche arrière. | En dérivation. | Shunt et série. | En tension et inversés. |
| 00 | Freinage sans récupération. | — | Shunt. | En court-circuit. |
| 0 | Arrêt. | En tension. | Ouvertes. | Ouverts. |
| 1 | Démarrage. | En dérivation. | Shunt et série. | En tension. |
| 2 | 2e vitesse. | — | Série. | — |
| 3 | 3e — | En tension. | Shunt et série. | — |
| 4 | 4e — | — | Série. | — |
| 5 | 5e — | — | Shunt et série. | En dérivation. |
| 6 | 6e — | — | Série. | — |

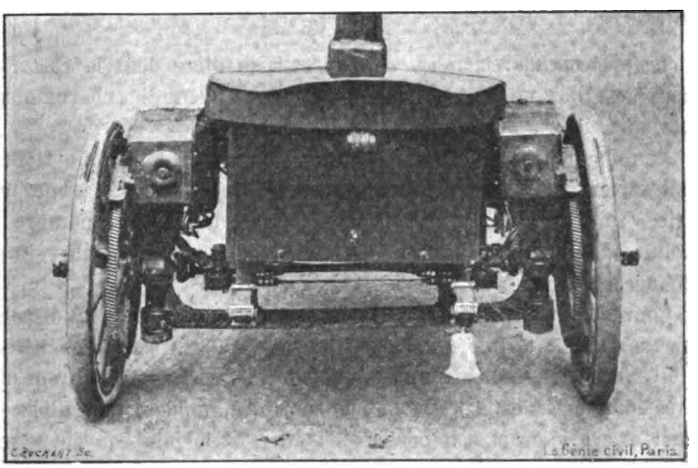


FIG. 30. — Vue de face de l'avant-train moteur directeur Kriéger.

*Appareil de direction.* — Un volant horizontal, monté sur une tige verticale, placée au milieu et en avant du siège, permet, au moyen d'un renvoi par chaîne passant sur deux pignons dentés, de faire pi-

Digitized by Google

voter une tige verticale fixée latéralement à l'avant-train et descendant au-dessous des ressorts.

Cette tige porte à sa partie inférieure un pignon denté, sur lequel s'enroule une chaîne passant également sur un autre pignon symétrique de l'autre côté de l'avant-train; mais cette chaîne, au lieu d'être fermée, est prolongée aux deux extrémités par des tiges croisées, attachées aux bras qui donnent aux roues directrices l'orientation nécessaire. Ces deux bras sont d'ailleurs reliés entre eux par une tige horizontale rendant solidaires les déplacements des deux roues.

*Freinage.* — Un frein à enroulement, mû par une pédale, agit sur la couronne métallique fixée aux rais des roues arrière. Cette couronne a $0^m$ 40 de diamètre. Les rais sont donc soumis à un couple de flexion assez notable.

Le moteur est normalement utilisé comme frein, en plaçant convenablement le combinateur.

Pour peu que la pente soit assez longue, la récupération est sensible.

Comme le frein à enroulement ne sert pas avec la vitesse arrière, on est obligé de recourir au moteur pour s'opposer à un recul intempestif dans une rampe. On le met alternativement sur vitesse 0 et sur vitesse 1.

*Renseignements généraux.* — D'après la manière dont la caisse du coupé est fixée au châssis, on peut facilement l'enlever et la remplacer par une victoria ou tout autre modèle de véhicule.

Le moteur et la roue motrice directrice forment un tout facile à enlever et à remplacer si une avarie se présente, soit à la roue motrice, soit au moteur. Il suffit donc, pour un certain nombre de voitures (système Kriéger), de disposer d'un ou deux moteurs interchangeables.

Comme le prouve l'expérience du Concours, ce dispositif dispense en cas d'avarie du moteur d'avoir recours à des réparations hâtives qui, faites sur place, par un conducteur inexpérimenté peuvent être très dommageables. Après avoir, au contraire, rapidement remplacé le moteur avarié on peut le porter à l'atelier où le plus souvent le mal est facile à réparer par un ouvrier exercé.

Digitized by Google

## Constatations des Commissaires.

Coupé n° 1)

### I. — Vitesses.

*1° Vitesses pendant les essais du 11 juin :*

*En palier.* . . . . . batteries en série : 10km 7 ; 15km 45 ; 21km 9 ; 26km 4.

*Rampe du Mont-Valérien* (déclivité de 8°2 °/₀). batteries en série : 6 km 55 ; 7km 50.

*2° Vitesses en service dans Paris :*

**Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Garage. . . . Dép. | 9 27 | | | 8 17 | | | 8 8 | | |
| | | 1 21 | 15,56 | | 1 30 | 14,01 | | 1 26 | 14,66 |
| Halte . . . Arr. | 10 48 | | | 9 47 | | | 9 34 | | |
| Dép. | 11 8 | | | 10 18 | | | 9 59 | | |
| | | 1 17 | 17,69 | | 1 28 | 13,47 | | 1 29 | 13,32 |
| Déjeuner. . Arr. | 12 15 | | | 11 46 | | | 11 28 | | |
| Dép. | 1 45 | | | 12 49 | | | 12 28 | | |
| | | 1 33 | 18,42 | | 1 9 | 18,09 | | 1 15 | 16,64 |
| Garage. . . . Arr. | 3 18 | | | 1 58 | | | 1 43 | | |
| | | 4 1 | 15,33 | | 4 7 | 14,95 | | 4 10 | 14,78 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897,5 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 38 | | | 8 7 | | | 8 16 | | |
| | | 1 24 | 14,76 | | 1 24 | 14,76 | | 1 29 | 13,82 |
| Halte . . . Arr. | 10 2 | | | 9 31 | | | 10 45 | | |
| Dép. | 10 32 | | | 10 0 | | | 10 45 | | |
| | | 1 21 | 13,82 | | 1 20 | 13,99 | | 1 25 | 13,17 |
| Déjeuner. . Arr. | 11 53 | | | 11 20 | | | 12 10 | | |
| Dép. | 12 53 | | | 12 30 | | | 1 29 | | |
| | | 1 38 | 14,02 | | 1 26 | 15,07 | | 2 18 | 9,95 |
| Garage. . . . Arr. | 2 31 | | | 1 56 | | | 3 47 | | |
| | | 4 23 | 14,19 | | 4 10 | 14,93 | | 5 12 | 11,96 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 29 | | | 8 17 | | | 8 14 | | |
| | | 1 43 | 12,38 | | 1 33 | 13,72 | | 1 33 | 13,72 |
| Halte . . . Arr. | 10 12 | | | 9 50 | | | 9 47 | | |
| Dép. | 10 42 | | | 10 17 | | | 10 17 | | |
| | | 1 32 | 13,40 | | 1 20 | 15,66 | | 1 25 | 14,74 |
| Déjeuner. . Arr. | 12 14 | | | 11 37 | | | 11 42 | | |
| Dép. | 1 20 | | | 12 54 | | | 12 44 | | |
| | | 1 21 | 14,73 | | 1 7 | 17,82 | | 1 17 | 15,30 |
| Garage. . . . Arr. | 2 41 | | | 2 1 | | | 2 1 | | |
| | | 4 36 | 13,48 | | 4 0 | 15,50 | | 4 15 | 14,59 |

*Incidents divers :*

*4 juin.* — Le voltmètre ne fonctionne pas.

*8 juin.* — La voiture se heurte à un fiacre. Pas d'avaries.

*9 juin.* — 63 minutes d'arrêt pour rechercher une mauvaise connexion aux accumulateurs. — Un pignon de moteur saute ; on le retrouve et le remonte (23 minutes).

*4 juin.* — *Au parc :* On change le moteur à droite, la fusée ayant été faussée le 1er juin dans la collision de la pente des Tuileries.

Digitized by Google

### 1° *Vitesses pendant les essais du 11 juin :*

| | | |
|---|---|---|
| *En palier* | batteries en quantité | 5km 9. |
| — | batteries en série | 11km 8 ; 20km 4. |
| *Rampe du Mont-Valérien* (déclivité de 8c 2 °/₀) | batteries en série | 7km 40. |

### 2° *Vitesses en service dans Paris :*

**ITINÉRAIRE A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 JUIN | | | 5 JUIN | | | 8 JUIN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Garage. . . . Dép. | 8 49 | | | 8 45 | | | 8 12 | | |
| | | 1 41 | 12,48 | | 1 30 | 14,01 | | 1 38 | 12,86 |
| Halte . . . Arr. | 10 30 | | | 10 15 | | | 9 50 | | |
| Dép. | 11 5 | | | 10 44 | | | 10 23 | | |
| | | 1 29 | 13,30 | | 1 19 | 15,00 | | 1 46 | 11,18 |
| Déjeuner. . Arr. | 12 34 | | | 12 3 | | | 12 9 | | |
| Dép. | 1 35 | | | 1 16 | | | 1 12 | | |
| | | 1 30 | 13,86 | | 1 13 | 17,09 | | » | » |
| Garage. . . . Arr. | 3 5 | | | 2 29 | | | 2 15 | | |
| | | 4 40 | 13,19 | | 4 2 | 15,26 | | 3 24 | 12,00 (a) |

**ITINÉRAIRE B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897 = 62km 217.

| | 3 JUIN | | | 6 JUIN | | | 9 JUIN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 35 | | | 8 13 | | | 9 44 | | |
| | | 1 32 | 13,47 | | 1 24 | 14,75 | | 1 33 | 13,33 |
| Halte . . . Arr. | 10 7 | | | 9 37 | | | 11 17 | | |
| Dép. | 10 36 | | | 10 7 | | | 11 23 | | |
| | | 1 23 | 13,48 | | 1 14 | 15,12 | | 1 13 | 15,33 |
| Déjeuner. . Arr. | 11 59 | | | 11 21 | | | 12 36 | | |
| Dép. | 1 6 | | | 12 30 | | | 1 40 | | |
| | | 1 38 | 14,02 | | 2 35 | 8,86 | | 1 48 | 12,72 |
| Garage. . . . Arr. | 2 44 | | | 3 5 | | | 3 28 | | |
| | | 4 33 | 13,67 | | 5 13 | 11,92 | | 4 34 | 13,62 |

**ITINÉRAIRE C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 JUIN | | | 7 JUIN | | | 10 JUIN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 9 | | | 8 8 | | | 8 31 | | |
| | | 1 37 | 13,15 | | 1 33 | 13,61 | | 1 35 | 13,43 |
| Halte . . . Arr. | 9 46 | | | 9 41 | | | 10 6 | | |
| Dép. | 10 18 | | | 10 11 | | | 10 6 | | |
| | | 1 38 | 12,78 | | 1 21 | 15,46 | | 2 27 | 8,52 |
| Déjeuner. . Arr. | 11 56 | | | 11 32 | | | 12 33 | | |
| Dép. | 1 5 | | | 12 44 | | | 1 37 | | |
| | | 1 18 | 15,30 | | 1 22 | 14,55 | | 1 23 | 14,38 |
| Garage. . . . Arr. | 2 23 | | | 2 6 | | | 3 0 | | |
| | | 4 33 | 13,63 | | 4 16 | 14,54 | | 5 23 | 11,45 |

*Incidents divers :*

*4 juin.* — Rupture d'une tige tenant le frein gauche arrière (tige qui réunit le collier au marchepied). — Le même jour, le ressort du frein à droite se détache ; on le remet (2 minutes).

*6 juin.* — Rupture d'un pneu. On répare l'enveloppe (cela dure 1 heure).

*8 juin.* — On remet une goupille à un frein.

(*a*) Dérapage sur sol gras. Une roue ayant buté contre un trottoir, y est faussée. La voiture rentre directement à l'usine à petite vitesse. Elle avait fait les 50 400 premiers kilomètres de l'itinéraire ; son parcours total a été de 58km 179.

*10 juin.* — On retend un ressort de frein (1 minute).

*4 juin.* — *Au parc :* On démonte le frein gauche pour réparer la tige brisée.

*6 juin.* — Id. Remplacement d'un pneu.

*7 juin.* — Id. Vérification des billes du moteur de droite.

Digitized by Google

(Coupé à galerie n° 16)

## I. — Vitesses.

### 1° *Vitesses pendant les essais du 11 juin :*

*En palier* . . . . . batteries en série . . . 8km 8; 19km 9; 25km 7.

*Rampe du Mont-Valérien* (déclivité de 8° 2 °/₀). batteries en série . . . 6km 00.

### 2° *Vitesses en service dans Paris :*

**Itinéraire A**

Distances : 21km 018 + 19km 760 + 20km 801,8 = 61km 579,8.

| | 2 juin | | | 5 juin | | | 8 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse | Heures | Durée | Vitesse |
| | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. | h. m. | h. m. | kilom. |
| Garage. . . . Dép. | 9 9 | | | 8 27 | | | 8 10 | | |
| Halte . . . Arr. | 10 58 | 1 49 | 11,37 | 10 11 | 1 44 | 12,12 | 9 28 | 1 18 | 14,16 |
| Dép. | 11 30 | | | 10 41 | | | 9 53 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 12 58 | 1 28 | 13,47 | 12 2 | 1 21 | 14,63 | 11 17 | 1 24 | 14,11 |
| Dép. | 1 58 | | | 1 20 | | | 12 17 | | |
| Garage. . . . Arr. | 3 50 | 1 52 | 14,11 | 2 25 | 1 5 | 19,20 | 1 54 | 1 37 | 12,87 |
| | | 5 9 | 11,95 | | 4 10 | 14,77 | | 4 19 | 14,26 |

**Itinéraire B**

Distances : 20km 662 + 18km 658 + 22km 897,5 = 62km 217.

| | 3 juin | | | 6 juin | | | 9 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 19 | | | 8 20 | | | 8 25 | | |
| Halte . . . Arr. | 9 50 | 1 31 | 13,62 | 9 38 | 1 18 | 15,89 | 10 27 | 2 2 | 10,16 |
| Dép. | 10 20 | | | 10 8 | | | 10 36 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 11 38 | 1 18 | 14,35 | 11 22 | 1 14 | 15,13 | 11 49 | 1 13 | 15,33 |
| Dép. | 12 51 | | | 12 32 | | | 1 18 | | |
| Garage. . . . Arr. | 2 19 | 1 28 | 15,61 | 3 6 | 2 34 | 8,92 | 2 48 | 1 30 | 15,26 |
| | | 4 17 | 14,52 | | 5 6 | 12,20 | | 4 45 | 13,09 |

**Itinéraire C**

Distances : 21km 267 + 20km 879 + 19km 897 = 62km 044.

| | 4 juin | | | 7 juin | | | 10 juin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garage. . . . Dép. | 8 57 | | | 8 18 | | | 8 38 | | |
| Halte . . . Arr. | 10 34 | 1 37 | 13,15 | 10 3 | 1 45 | 12,15 | 10 36 | 1 58 | 10,88 |
| Dép. | 11 4 | | | 10 33 | | | 11 6 | | |
| Déjeuner. . Arr. | 12 26 | 1 22 | 15,27 | 12 2 | 1 29 | 14,07 | 12 36 | 1 30 | 13,91 |
| Dép. | 1 16 | | | 1 4 | | | 1 26 | | |
| Garage. . . . Arr. | 2 37 | 1 21 | 14,73 | 2 9 | 1 5 | 18,36 | 2 59 | 1 33 | 12,82 |
| | | 4 20 | 14,31 | | 4 19 | 14,37 | | 5 1 | 12,37 |

*Incidents divers :*

*8 juin.* — Un pneu avant droite crevé. La réparation dure 28 minutes.

*10 juin.* — Heurt contre un fiacre par suite d'un dérapage (arrêt de 5 minutes).

*3 juin.* — *Au parc :* Remplacement d'un moteur, une frette de l'induit d'un moteur ayant sauté.

*6 juin.* — *Au parc :* Nettoyage de la fusée gauche avant.

*7 juin.* — Id. Remplacé une bille brisée au moteur de droite. — Réparé le marchepied droit.

Digitized by Google

Si on tient compte des incidents en cours de route ci-dessus, on obtient les *vitesses moyennes* suivantes :

| (Voitures Kriéger) | ITINÉRAIRE A | | | ITINÉRAIRE B | | | ITINÉRAIRE C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 JUIN | 5 JUIN | 8 JUIN | 3 JUIN | 6 JUIN | 9 JUIN | 4 JUIN | 7 JUIN | 10 JUIN |
| **Coupé n° 1.** | | | | | | | | | |
| *Charge utile normale :* 4 voyageurs = 280 kilogrammes. | | | | | | | | | |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres . . | 15,33 | 14,95 | 14,78 | 14,19 | 14,93 | 15,50 | 13,48 | 15,50 | 14,59 |
| Nombre de personnes (conducteur compris). . . . . | 4 | 5 *(a)* | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 |
| Lest. . . . kilogr. | 70 | 0 *(b)* | 0 | 70 | 70 | 0 | 70 | 70 | 170 *(b)* |
| **Victoria n° 3.** | | | | | | | | | |
| *Charge utile normale :* 4 voyageurs = 280 kilogrammes. | | | | | | | | | |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres . . | 13,19 | 15,26 | 12,90 *(c)* | 13,67 | 14,75 | 13,67 | 13,73 | 14,54 | 11,49 |
| Nombre de personnes (conducteur compris). . . . . | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 *(d)* | 5 | 3 |
| Lest. . . . kilogr. | 0 | 70 | 0 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Coupé à galerie n° 16.** | | | | | | | | | |
| *Charge utile normale :* { 4 voyageurs = 280 kilogr. ; bagages = 120 — } 400 kilogrammes. | | | | | | | | | |
| **Vitesses moyennes** en kilomètres . . | 11,95 | 14,77 | 16,00 | 14,52 | 12,20 | 13,09 | 14,31 | 14,37 | 12,57 |
| Nombre de personnes (conducteur compris). . . . . | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| Lest. . . . kilogr. | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 0 *(e)* | 50 *(f)* | 50 |

(*a*) Quatre personnes seulement pendant 6 kilomètres.
(*b*) Il aurait fallu 210 kilogr. pour compléter le poids.
(*c*) Vitesse moyenne avant l'accident parcours : 50km 400.
(*d*) On a pris un cinquième voyageur pendant les 20 derniers kilomètres.
(*e*) Il manque 50 kilogr. de lest.
(*f*) Il manque 70 kilogr. de lest.

| | | |
|---|---|---|
| COUPÉ N° 1. | **Vitesse moyenne générale** . . . . . | **14km 80** |
| | **Charge utile normale** . . . . . | **280 kilogrammes.** |
| VICTORIA N° 3. | **Vitesse moyenne générale** . . . . . | **13km 68** |
| | **Charge utile normale** . . . . . | **280 kilogrammes.** |
| COUPÉ N° 16. | **Vitesse moyenne générale** . . . . . | **13km 75** |
| | **Charge utile normale** . . . . . | **400 kilogrammes.** |

Digitized by Google

Ces vitesses moyennes générales ne permettant pas de se faire une idée exacte de la véritable allure en service, nous donnerons ici les vitesses moyennes réalisées par le Coupé à galerie n° 16 sur certaines parties caractéristiques des divers itinéraires : rues accidentées, rues encombrées ou voies désertes :

| (Coupé n° 16) ITINÉRAIRES (Longueurs et Déclivités) | DATES | DURÉE | VITESSE MOYENNE |
|---|---|---|---|
| | | minutes | kilom. |
| **A** | | | |
| *De Saint-Augustin à la fin de la rue Lafayette.* | 2 juin. | 28 | 8,35 |
| Longueur : 3 890 mètres. | 5 juin. | » | » (1) |
| Déclivités. moyenne en rampe : faible. | 8 juin. | 18 | 13,00 |
| Déclivités. extrêmes : 0,005. 0,030. | | | |
| **B** | | | |
| *De la fin du boul. des Italiens à la pl. de la République.* | 3 juin. | 10 | 11,71 |
| Longueur : 1 932 mètres. | 6 juin. | 8 | 14,64 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. | 9 juin. | 9 | 13,01 |
| Déclivités. extrêmes : 0,020. | | | |
| *Rue des Tuileries, Faub. St.-Honoré, Pl. des Ternes.* | 3 juin. | 15 | 11,71 |
| Longueur : 2 928 mètres. | 6 juin. | 14 | 12,54 |
| Déclivités. moyenne : assez faible. | 9 juin. | 15 | 11,71 |
| Déclivités. extrêmes : 0,028 sur 488m. | | | |
| *De la rue de Strasbourg à la place Vendôme.* | 3 juin. | 13 | 11,85 |
| Longueur : 2 568 mètres. | 6 juin. | 16 | 9,63 |
| Déclivités. moyenne en rampe : insignifiante. | 9 juin. | 15 | 10,27 |
| Déclivités. extrêmes : 0,006 sur 200m. 0,030 sur 66m. | | | |
| **C** | | | |
| *Du commencement de la rue Blanche au Sacré-Cœur.* | 4 juin. | 15 | 7,44 |
| Longueur : 1 861 mètres. | 7 juin. | 14 | 7,97 |
| Déclivités. moyenne : 0,049. | 10 juin. | 15 | 7,44 |
| Déclivités. extrêmes : 0,032. 0,090 sur 78m. | | | |
| *De la place de la Trinité à la place de la République.* | 4 juin. | 11 | 15,70 |
| Longueur : 2 879 mètres. | 7 juin. | 14 | 12,34 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. | 10 juin. | 17 | 10,16 |
| Déclivités. extrêmes : 0,005. 0,021. | | | |
| *De la pl. de la République au Pont-Neuf par la r. Turbigo.* | 4 juin. | 7 | 19,22 |
| Longueur : 2 243 mètres. | 7 juin. | 8 | 16,82 |
| Déclivités. moyenne : insignifiante. | 10 juin. | » | » (1) |
| Déclivités. extrêmes : 0,014. | | | |

(1) Le temps noté est trop incertain.

Digitized by Google

**Les trajets effectués le plus souvent à grande vitesse par ce même véhicule** (Coupé n° 16) sur les voies désertes ont été :

| Dates | | 2 JUIN | 3 JUIN | 4 JUIN | 5 JUIN | 6 JUIN | 7 JUIN | 8 JUIN | 9 JUIN | 10 JUIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *De la Porte-Maillot à l'usine Clément.* | Durée | ... | 10′ | 7′ | 8′ | 8′ | 8′ | 8′ | 8′ | 7′ |
| Longueur 3 200m. | | | | | | | | | | |
| Pente . moy.: Insign. | Vitesse | ... | 19km 2 | 27km 4 | 24km 0 | 24km 0 | 24km 0 | 24km 0 | 24km 0 | 27km 4 |
| extr.: 0,007 | | | | | | | | | | |
| *De l'Étoile à la place de la Concorde* (1). | Durée | ... | 6′ | ... | ... | 6′ | ... | ... | 6′ | ... |
| Longueur 2 384m. | | | | | | | | | | |
| Pente . moy.: 0,004 | Vitesse | ... | 23k 84 | ... | ... | 23k 84 | ... | ... | 23k 84 | ... |
| extr.: 0,027 | | | | | | | | | | |
| *De la place de la Concorde à l'Étoile.* | Durée | ... | 10′ | 8′ | 9′ | 8′ | 7′ | 7′ | 7′ | 11′ |
| Longueur 2 384m. | | | | | | | | | | |
| Rampes . moy.: 0.004 | Vitesse | ... | 14km 3 | 17k 88 | 15k 89 | 17k 88 | 20k 43 | 20k 43 | 20k 43 | 13km 0 |
| extr.: 0.027 | | | | | | | | | | |

(1) On s'étonnera peut-être de nous voir ranger l'av. des Champs-Élysées parmi les voies désertes ; mais il ne faut pas perdre de vue que le trajet à la descente a eu lieu le matin.

## II. — Essais de freinage du 11 juin

*(sur le macadam de la côte de la Tuilerie : Déclivité 6 °/₀) :*

| | COUPÉ N° 1 | VICTORIA N° 3 | COUPÉ N° 16 |
|---|---|---|---|
| *1° En montant.* | | | |
| Temps employé à parcourir 25 mètres avant le signal du serrage du frein, en secondes . | 12″8 | 12″2 | 11″4 |
| Vitesse moyenne correspondante, en kilomètres à l'heure. . . . . | 7km0 | 7km4 | 7km9 |
| Longueur parcourue entre le signal de serrage du frein et l'arrêt complet, en mètres . . . | 1m02 | 1m92 | 2m92 |
| Recul après l'arrêt . . . . . | Trémole sur le 0-1 | continu | Trémole sur le 0-1 |
| *2° En descendant.* | | | |
| Temps employé à parcourir 66 mètres avant le signal du serrage du frein, en secondes. . | 21″0 | 16″2 | 19″2 |
| Vitesse moyenne correspondante, en kilomètres à l'heure. . . . . | 11km3 | 14km7 | 12km1 |
| Longueur en mètres parcourue entre le signal de serrage des freins et l'arrêt complet . . . | 3m85 | 13m45 (*) | 5m38 |

Nota. — Les voitures Kriéger n'ayant pas de freins agissant dans la marche arrière pour les maintenir arrêtées sur une rampe, il faut alternativement mettre le moteur en marche et l'arrêter.

(*) Outre que le commencement de serrage du frein n'a peut-être pas coïncidé avec le signal, la crainte de faire déchirer les pneus par le glissement sur un macadam couvert d'aspérités, a pu empêcher le conducteur de les caler trop brusquement.

Digitized by Google

## III. — Consommations.

*1° Consommation en huile de graissage . . . . .* 0kg 100

*2° Consommation en énergie électrique (fournie par l'usine) :*

| DATES | ITINÉRAIRES (longueurs en kilom.) | COUPÉ N° 1 POIDS TOTAL : 1 640 kilogr. | | VOITURE N° 3 POIDS TOTAL : 1 590 kilogr. | | COUPÉ A GALERIE N° 16 POIDS TOTAL : 1 770 kilogr. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure | Énergie fournie en kilowatts-heure | Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure | Énergie fournie en kilowatts-heure | Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure | Énergie fournie en kilowatts-heure |
| 2 juin. | A. . . . (61,579) | 11,49 | 9,87 | 12,83 | 10,42 | 11,61 | 10,70 |
| 3 — . | B. . . . (62,217) | 13,71 | 9,73 | 13,20 | 10,26 | 10,26 | 12,50 |
| 4 — . | C. . . . (62,044) | 13,02 | 10,82 | 13,16 | 11,08 | 13,83 | 11,00 |
| 5 — . | A. . . . (61,579) | 14,53 | 10,18 | 14,85 | 10,54 | 14,36 | 10,56 |
| 6 — . | B. . . . (62,217) | 14,11 | 11,00 | 11,51 | 10,75 | 11,78 | 10,77 |
| 7 — . | C. . . . (62,044) | 14,97 | 9,00 | 14,03 | 11,51 | 13,86 | 10,71 |
| 8 — . | A. . . . (61,579) *(a)* | 14,61 | 13,40 | 14,36 *(a* | 15,50 | 13,86 | 11,70 |
| 9 — . | B. . . . (62,217) | 9,69 | 10,53 | 12,16 | 10,43 | 12,65 | 11,51 |
| | Totaux. . . (495,979) | | 84,62 | | 90,49 | | 89,25 |
| Kilowatts-heure en moyenne par jour . . . | | | 10,57 | | 11,31 | | 11,15 |
| Watts-heure par voiture-kilomètre . . . . | | | 170,7 | | 184,3 | | 180,1 |

*(a)* Pour la Victoria n° 3 le trajet n'a été que de 58km 179 le 8 juin et la longueur totale des itinéraires de 491km 00.

### *3° Consommation de la Victoria n° 3 pendant l'ascension de la rue Lepic, le 10 juin.*

| DISTANCES cumulées en mètres | REPÈRES | Longueur en mètres | Déclivité moyenne en millim. | Heures | Durée | Vitesse moyenne en mètres à la seconde | Intensité moyenne en ampères | Différence de potentiel en volts | Puissance moyenne en watts |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | m. s. | m. s. | | | | |
| 8 217,76 | Axe rue de Clichy. . | | | 4 | | | | | |
| | | 263,20 | 62 | | 1 45 | 2,50 | 41 | 85 | 3 485 |
| 8 480,96 | 1er tournant à gauche | | | 5 45 | | | | | |
| | | 173,10 | 37 | | 1 25 | 2,03 | 34,5 | 85 | 2 930 |
| 8 653,96 | Rue Durantin. . . . | | | 7 10 | | | | | |
| | | 37,30 | 90 | | 20 | 1,87 | 30 | 85 | 4 250 |
| 8 691,46 | Rue de l'Orient. . . | | | 7 30 | | | | | |
| | | 172,55 | 79 | | 1 10 | 2,46 | 48 | 85 | 4 080 |
| 8 864,01 | Rue Tholozé. . . . | | | 8 40 | | | | | |
| | | 78,15 | 90 | | 40 | 1,95 | 30 | 85 | 4 250 |
| 8 942,16 | Rue Gérardon . . . | | | 9 20 | | | | | |
| | | 183,50 | 75 | | 1 15 | 2,44 | 46 | 85 | 3 910 |
| 9 125,66 | Axe rue de Norvins. | | | 10 35 | | | | | |
| | | 147,70 | 39 | | 50 | 2,95 | 32 | 85 | 2 720 |
| 9 247,36 | Sommet . . . . . | | | 11 25 | | | | | |

Digitized by Google

*4° Consommation pendant les essais du 11 juin :*

1° *En palier.*

| | COUPÉ N° 1 Poids total : 1 640 kg. | | | VICTORIA N° 3 Poids total : 1 590 kg. | | | COUPÉ A GALERIE N° 16 Poids total : 1 770 kg. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse en kilomètres à l'heure. . . . . | 10,7 | 15,45 | 21,9 | 5,9 | 11,8 | 26,4 | 8,8 | 20,4 | 25,7 |
| Différence de potentiel en volts . . . | 88 | 88 | 87 | 46 | 88 | 86 | 48 | 88 | 87 |
| Intensité en ampères | 15 | 23 | 36 | 14 | 16,5 | 44 | 20,7 | 29 | 38,15 |
| Puissance en watts | 1 320 | 2 024 | 3 132 | 664 | 1 450 | 3 784 | 1 000 | 2 552 | 3 430 |
| Énergie en watts-h. | 123,4 | 131 | 143 | 109 | 122,8 | 143,2 | 114 | 125,4 | 133,4 |

2° *En rampe sur la côte du Mont-Valérien.*

(500 mètres avec déclivité de 8,2 °/₀).

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse en kilomètres à l'heure. . . . . | » | 6,55 | 7,10 | » | 7,40 | » | » | 6 | » |
| Différence de potentiel en volts . . . | » | 85 | 85 | » | 83 | » | » | 87 | » |
| Intensité en ampères | » | 52,85 | 59,8 | » | 53,6 | » | » | 60,7 | » |
| Puissance en watts | » | 4 490 | 5 080 | » | 4 560 | » | » | 5 280 | » |
| Énergie dépensée. . | » | 688 | 716 | » | 615 | » | » | 880 | » |

## Calculs du Jury.

### I. — Consommations.

Si l'on rapproche le nombre de watts-heure fournis en moyenne à l'usine par voiture-kilomètre sur les itinéraires, du nombre de watts-heure consommés par voiture-kilomètre durant les essais en palier, on a :

| | COUPÉ N° 1 | VICTORIA N° 3 | COUPÉ N° 16 |
|---|---|---|---|
| Watts-heure fournis en moyenne aux bornes des accumulateurs par voiture-kilomètre sur les itinéraires à la vitesse moyenne de 13 à 15 kilomètres. . . . . | 170,7 | 184,3 | 180,1 |
| Watts-heure consommés en service en admettant un rendement de 75 °/₀ . . . . . | 128,0 | 138,2 | 135,0 |
| Watts-heure consommés par voiture-kilomètre pendant les essais en palier à une vitesse aussi rapprochée que possible de la vitesse moyenne sur les itinéraires. | 123,4 | 122,8 | 125,4 |
| Rapport entre les watts-heure consommés en service et les watts-heure consommés dans l'essai en palier. | 1,04 | 1,12 | 1,08 |

Digitized by Google

## II. — Prix de revient.

*Consommation d'énergie par voiture-kilomètre :*

| | COUPÉ N° 1 | | | VICTORIA N° 3 | | | COUPÉ N° 16 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Essai | Coeffic[t] | Service | Essai | Coeffic[t] | Service | Essai | Coeffic[t] | Service |
| | watts-h. | | watts-h. | watts-h. | | watts-h. | watts-h. | | watts-h. |
| En service courant . | » | » | 170,7 | » | » | 184,3 | » | » | 180,1 |
| Du dépôt au lieu de travail et *vice versa* | 123,4 | 1,04 | 128,33 | 122,8 | 1,12 | 137,53 | 114 | 1,08 | 123,12 |
| En maraude . . . . | 123,4 | 1,04 | 128,33 | 109,0 | 1,12 | 122,08 | 114 | 1,08 | 123,12 |

*Consommation d'énergie électrique par voiture-journée :*

| | COUPÉ N° 1 | VICTORIA N° 3 | COUPÉ N° 16 |
|---|---|---|---|
| | watts-heure. | watts-heure. | watts-heure. |
| Service utile : Du dépôt au lieu de travail et *vice versa* | 45 × 170,7 = 7 781,5<br>5 × 128,33 = 641,65 | 45 × 184,3 = 8 293,5<br>5 × 137,53 = 687,6 | 45 × 180,1 = 8 104,5<br>5 × 123,1 = 615,6 |
| En maraude . . . . | 15 × 128,33 = 1 924,0 | 15 × 122,08 = 1 831,2 | 15 × 123,1 = 1 846,8 |
| Consommation totale par voiture-journée . . . . . | 10348,1 | 10812,3 | 10566,9 |
| Coefficient . . . . . | 1/0,75 | 1/0,75 | 1/0,75 |
| Fourniture totale par voiture-journée en kilowatts-heure. . | 13,79 | 14,41 | 14,09 |
| Prix du kilowatt-heure . . . . . | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Dépense journalière : | | | |
| Fourniture d'énergie électrique . | 1,65 | 1,72 | 1,69 |
| Graissage . . . . . | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Total. . . . . | 1,74 | 1,81 | 1,78 |

| Prix de revient de la journée. | | COUPÉ N° 1 | VICTORIA N° 3 | COUPÉ N° 16 |
|---|---|---|---|---|
| Faux frais et frais généraux. . . . . | Fr. | 14,48 | 14,48 | 14,48 |
| Entretien des accumulateurs . . . . . | | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Graissage . . . . . | | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Énergie électrique . . . . . | | 1,65 | 1,72 | 1,69 |
| Total. . . . . | Fr. | 20,22 | 20,29 | 20,26 |
| **Prix de revient du kilomètre utile.** (Coefficient 1/18). . . . . | | 0,449 | 0,455 | 0,450 |
| **Prix de revient du kilomètre en sus.** | | | | |
| Énergie fournie en kilowatts-heure . . . . . | | 0,1707 | 0,1843 | 0,1801 |
| Prix du kilowatt-heure. . . . . | Fr. | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Prix de revient . . . Fr. | | 0,0205 | 0,0221 | 0,0216 |



Digitized by Google

## ACCUMULATEURS FULMEN

Le compte rendu des constatations du Concours ne serait pas complet si nous ne disions quelques mots des accumulateurs Fulmen.

Tout le monde connaît le principe des accumulateurs, ou piles secondaires, fondé sur ce fait, mis en lumière vers 1860 par Planté, dans ses expériences sur la réversibilité des phénomènes électro-chimiques.

Si, entre deux lames de plomb plongées dans de l'eau renfermant 10 % environ d'acide sulfurique, on fait passer un courant électrique, chacune d'elles éprouve, au bout d'un certain temps, une altération plus ou moins profonde, caractéristique de l'électrode qu'elle constitue dans le bain acidulé.

Interrompt-on alors le courant, on constate au galvanomètre un contre-courant en sens inverse dans le circuit reliant les deux plaques. Ce contre-courant, dû à des réactions chimiques inverses des altérations produites par le courant, dure jusqu'à ce que les plaques soient revenues à leur état primitif.

La durée et l'intensité du contre-courant sont d'autant plus grandes que les passages des courants inverses, convenablement prolongés, ont été plus multipliés.

Toutefois, après un certain nombre de charges et de décharges, on n'obtient plus d'amélioration : la « formation » est terminée.

Sur la plaque positive on trouve principalement du bioxyde de plomb ; sur la plaque négative le plomb est resté à peu près pur, mais il semble être devenu spongieux.

On constate cependant que les plaques n'ont été transformées que sur une épaisseur très minime, épaisseur qui ne peut être sensiblement augmentée par une formation plus prolongée.

C'est sur cette expérience fondamentale (1) que sont basés les divers systèmes d'accumulateurs dits « à formation Planté », dont le caractère commun est le suivant : la couche toujours très mince de matière active qui recouvre les plaques est formée électrolytiquement aux dépens de ces plaques.

Bien des procédés ont été essayés pour rendre la formation plus rapide. Un des plus efficaces, indiqué dès l'origine par Planté, consiste

(1) Cette réversibilité des réactions électro-chimiques n'est pas spéciale au plomb. L'avantage de ce métal c'est que les phénomènes inverses ne se produisent pas sensiblement tant que les plaques sont hors circuit. Il peut donc, sans déperdition sensible s'écouler un certain temps entre la charge et la décharge.

Digitized by Google

à décaper au préalable les lames de plomb dans l'acide azotique. On abrège ainsi la durée de la formation, mais sans rendre la couche active plus épaisse.

Comme l'énergie électrique fournie par l'accumulateur n'est due qu'à une transformation des calories produites par les combinaisons chimiques dont la matière active est le siège, on conçoit qu'une plaque de surface donnée ne pourra emmagasiner qu'une quantité d'électricité d'autant plus faible qu'elle sera recouverte d'une couche plus mince de matière active. Dans les accumulateurs genre Planté, la quantité d'électricité emmagasinée, autrement dit « la capacité », rapportée à la surface des plaques, est donc toujours relativement faible.

On a dû naturellement chercher à obtenir des plaques présentant le maximum de surface pour un poids donné. C'est vers ce but que tendent les efforts des constructeurs qui ont imaginé des plaques rainées, striées, gaufrées, feuilletées, etc.

Malgré l'ingéniosité de ces dispositions, tous les systèmes d'accumulateurs basés sur ce principe ne peuvent emmagasiner qu'une faible quantité d'électricité par kilogramme de plaques, c'est-à-dire n'ont qu'une faible « capacité spécifique ».

Par contre, ils présentent l'avantage de pouvoir fournir un débit spécifique assez élevé.

On a constaté, en effet, que la capacité d'un accumulateur dépendait de la densité du courant de décharge, c'est-à-dire de son intensité par unité de surface active ; mais plus cette densité de courant est élevée, plus la quantité totale d'électricité fournie par l'accumulateur est faible.

On a donc intérêt, pour ne pas trop diminuer la capacité utilisable, à ne pas dépasser une certaine densité de courant. Si la surface active de l'accumulateur est restreinte, cette densité correspond à une faible intensité de courant. Au contraire, dans le cas d'un accumulateur à grande surface active, cette même densité permet une intensité de courant élevée.

Une autre propriété de ces accumulateurs, fort utile dans certains cas, est de pouvoir se charger rapidement, c'est-à-dire avec un courant intense.

Ceci résulte naturellement de ce que :

1° Les accumulateurs ayant une faible capacité spécifique, la quantité d'électricité à leur restituer par kilogramme de plaques est faible ;

Digitized by Google

2° Les accumulateurs ayant une grande surface, l'intensité du courant de charge peut être élevée, sans dépasser la densité admise.

D'une manière générale, on peut donc dire que les accumulateurs à formation Planté sont des accumulateurs *lourds*, à *charge rapide*.

Tout autres sont les accumulateurs dits « à oxydes rapportés » dont M. Faure semble avoir eu le premier l'idée vers 1880.

Ces accumulateurs sont constitués, en principe, par de l'oxyde de plomb ajouté aux lames-support : il peut être soit étendu à la surface de l'électrode, soit serti dans les alvéoles d'un support ajouré, soit compris entre deux lames perforées ou treillagées formant l'électrode.

Cet oxyde, après un petit nombre de charges et de décharges, est complètement transformé en peroxyde sur l'électrode positive et en plomb spongieux sur la négative.

La matière active provient donc ici de la transformation de l'oxyde ajouté au support et non plus, comme dans les accumulateurs à formation Planté, de la transformation du support ; l'épaisseur de la couche de matière active n'est plus aussi limitée, et la proportion de cette matière active par rapport au poids total peut être beaucoup plus grande que dans les accumulateurs Planté ; aussi les accumulateurs à oxydes rapportés ont-ils une capacité spécifique beaucoup plus élevée. Toutefois il y a une limite, car la trop grande épaisseur de l'oxyde rapporté augmenterait tout à la fois la résistance intérieure de la pile et la tendance à la polarisation des électrodes.

En ce qui concerne la puissance ou, ce qui revient au même, le débit, tandis que, dans les accumulateurs genre Planté, une densité de courant exagérée n'a d'autre effet qu'une diminution de la capacité utilisable, dans les accumulateurs à oxydes rapportés elle peut avoir, en outre, l'inconvénient de hâter la désagrégation des plaques positives.

Un courant de charge trop intense peut avoir les mêmes effets nuisibles.

Aussi les constructeurs de tous les accumulateurs à oxydes rapportés, imposent-ils généralement pour la décharge, et surtout pour la charge, des limites d'intensité qu'on ne doit pas dépasser. Ces limites varient d'ailleurs dans d'assez fortes proportions, suivant les systèmes.

On peut donc dire que les accumulateurs à oxydes rapportés sont des accumulateurs relativement *légers* et à *charge lente*.

Suivant les cas, on devra donner la préférence à l'un ou à l'autre système.

Digitized by Google

La propriété des accumulateurs à formation Planté de pouvoir se charger rapidement les rend précieux pour les tramways dans les villes où les conducteurs aériens sont interdits, soit qu'entre deux courses on restitue à un poteau de charge une partie de l'énergie consommée, comme pour le tramway de la Madeleine à Levallois-Perret, soit que pendant le trajet hors de Paris, où le moteur du tramway est actionné par trolley, les accumulateurs puisent dans le conducteur aérien l'énergie nécessaire pour effectuer le parcours dans Paris, comme pour le tramway de la place de la République à Aubervilliers.

D'un autre côté, les accumulateurs à formation Planté se prêtent merveilleusement à la récupération, c'est-à-dire à l'emmagasinement de l'électricité produite par le moteur agissant comme frein dans les pentes.

Sur les tramways à profil accidenté, la récupération est loin d'être négligeable.

Ainsi, le tramway de Saint-Denis à la Madeleine, pour le voyage aller qui dure 56 minutes, dépense 44,51 ampères-heure et récupère 7,77 ampères-heure. Dans le voyage de retour qui dure 55 minutes, il dépense 42,13 ampères-heure et récupère 9,05 ampères-heure.

On peut donc avoir avantage à utiliser, sur les tramways, des accumulateurs dont la capacité n'est que de 6,5 à 8 ampères-heure par kilogramme d'électrode au régime de 1 ampère au kilogramme, et même de 3 à 4 ampères-heure au régime de 6 ampères au kilogramme, ce qui correspond — si l'on considère, au lieu du poids d'électrodes seules, le poids total comprenant électrodes, liquide et récipients — à une capacité spécifique de 4,5 à 5,5 ampères-heure par kilogramme au régime de 1 ampère, et de 2 à 3 ampères-heure au régime de 6 ampères.

Pour ces voitures sur rails, le poids des accumulateurs ne présente pas en effet d'inconvénients trop graves.

Au contraire, pour les voitures à moteur électrique devant circuler sur les chaussées ordinaires, la question de poids devient prépondérante, la durée de la charge a moins d'intérêt et la capacité spécifique des accumultaeurs a une importance capitale.

Les voitures qui ont constitué le grand intérêt de notre Concours ne sont devenues pratiques que le jour où l'industrie électrique a pu mettre à leur disposition des accumulateurs dont la capacité atteint 14 à 15 ampères-heure par kilogramme de poids total au régime de 3 ampères par kilogramme, c'est-à-dire dont il ne faut que 37$^{kg}$ 5 pour fournir un kilowatt-heure utile, ou 27 kilogr. pour alimenter 1 cheval-vapeur-heure.

Digitized by Google

Avec ces accumulateurs, la récupération est encore possible, mais elle exige certaines précautions pour éviter que l'intensité du courant de charge ainsi produit ne dépasse pas la limite admise.

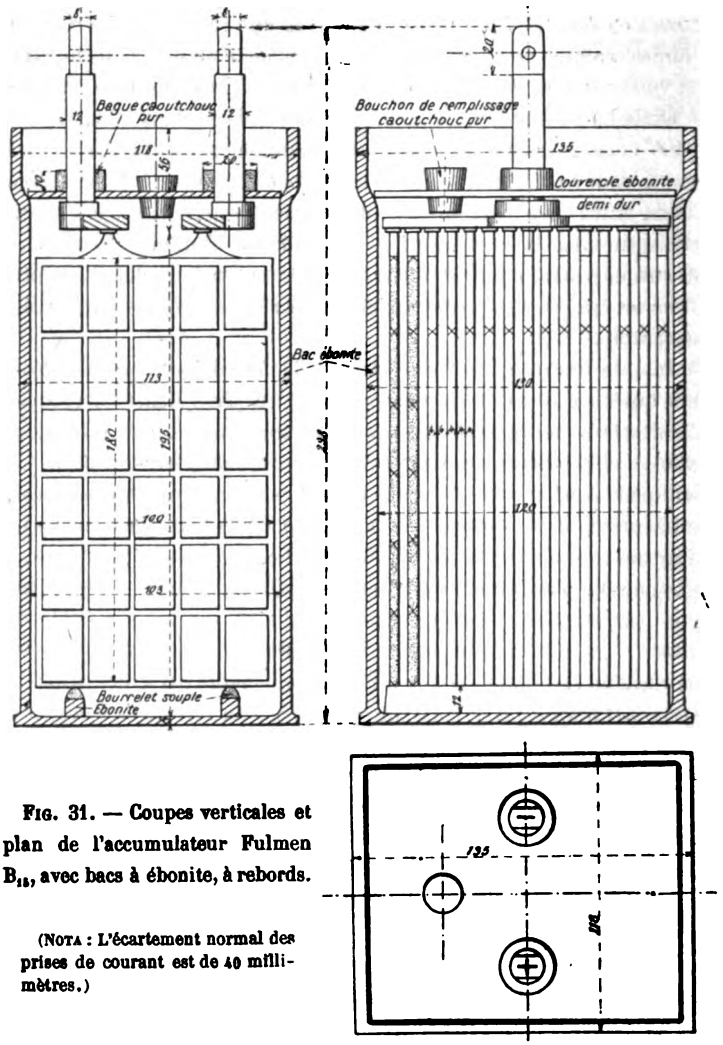



Fig. 31. — Coupes verticales et plan de l'accumulateur Fulmen $B_{15}$, avec bacs à ébonite, à rebords.

(Nota : L'écartement normal des prises de courant est de 40 millimètres.)

L'accumulateur Fulmen (fig. 31), dont étaient exclusivement pourvues les voitures qui ont accompli toutes les épreuves du Concours, est un accumulateur à oxydes rapportés.

Digitized by Google

L'oxyde est sous forme de pastilles serties dans 24 alvéoles, à section en queue d'aronde, qui sont formées par l'application l'une contre l'autre de deux plaques en plomb antimonié fondu, composées d'une série de barreaux parallèles et normaux à section triangulaire.

L'épaisseur de ces plaques n'est que de 4 millimètres; d'autre part, la densité de la matière active est faible. Cet accumulateur présente donc une grande surface active par kilogramme.

Sa limite de débit spécifique est par suite élevée. Toutefois, de même que dans tous les systèmes d'accumulateurs à oxydes rapportés, cette limite ne doit pas être dépassée, sans quoi on risque de hâter la désagrégation des pastilles. Elle est due, en effet, non pas, comme on pourrait le croire, aux trépidations provenant du roulement des roues sur des chaussées plus ou moins raboteuses, mais bien aux dilatations et contractions brusques de la matière active résultant de réactions chimiques trop vives, causées par des régimes de décharge ou de charge exagérés comme des conducteurs inexpérimentés peuvent en produire dans certains coups de collier ou en récupérant trop brutalement.

Aussi la Société des accumulateurs Fulmen recommande-t-elle comme régime normal de décharge une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré de plaque pour une décharge continue en cinq heures.

A ce régime, 1 kilogramme de plaques peut fournir[1] :

Un débit spécifique de 3 ampères;
Une puissance spécifique de 5,3 watts;
Une capacité spécifique de 14,6 ampères-heure;
Une énergie utile spécifique de 26 watts-heure.

Par suite pour alimenter un cheval-vapeur-heure, correspondant à 736 watts-heure, il suffit de 28 kilogrammes.

Comme pour tous les accumulateurs, on peut augmenter considérablement le débit des accumulateurs Fulmen, mais au détriment de leur capacité.

Par exemple, si on double le régime de décharge spécifique continu, l'énergie spécifique s'abaisse à 20 watts-heure par kilogramme, c'est-à-dire que, pour alimenter un cheval-heure à ce régime, il faudra 36 kilogr. d'accumulateurs.

La Société Fulmen recommande d'ailleurs de ne pas dépasser en décharge continue le débit spécifique de 4 ampères, bien que ce débit puisse être facilement doublé pour des coups de collier ne durant

Digitized by Google

que quelques instants, tels que ceux qui se produisent aux démarrages.

Au contraire, si on réduit de moitié le régime spécifique de décharge continu, l'énergie spécifique disponible augmente et atteint 30 watts-heure par kilogramme, c'est-à-dire que pour alimenter un cheval-vapeur-heure, il suffit de $24^{kg}5$ d'accumulateurs.

En ce qui concerne la charge, la densité de courant admise dépend, dans une forte mesure, de l'état de charge des accumulateurs. Lorsque l'accumulateur est complètement déchargé, la densité peut atteindre, sans inconvénient, 1,3 ampère par décimètre carré (soit 4 ampères par kilogramme de poids total). Vers la fin de la charge, lorsque l'accumulateur approche de la saturation, la densité ne doit pas dépasser 0,5 ampère par décimètre carré (1,5 ampère par kilogramme).

Aussi la Société Fulmen recommande-t-elle la charge à potentiel constant (110 volts pour 44 éléments) qui dure environ 7 heures.

Dans ces conditions, l'intensité diminue progressivement d'elle-même, par suite de l'élévation de la force contre-électromotrice des accumulateurs, au fur et à mesure de l'avancement de la charge. Celle-ci est terminée lorsque l'intensité du courant a atteint la limite inférieure ci-dessus indiquée.

Quant à la récupération, tout en en reconnaissant l'utilité, sinon peut-être comme quantité d'électricité à recueillir, mais tout au moins comme moyen des plus efficaces, de remonter, par dépolarisation, la force électromotrice, qui tend à baisser après quelque temps d'un régime de décharge trop intense, la Société Fulmen a dû appeler l'attention des concurrents sur les sérieux inconvénients que pourrait avoir son intervention dans des coups de freinage trop brusques.

Sur les trois concurrents, un, du reste, M. Jenatzy, a rendu, de parti pris, la récupération impossible dans le véhicule n° 13 sous couleur de simplifier le combinateur; un autre, M. Jeantaud, sans la prohiber d'une manière aussi absolue, a conseillé à ses conducteurs de ne pas user de la possibilité d'en faire que donne son combinateur; enfin, si le troisième, M. Kriéger, usait fréquemment de la récupération, tout au moins un de ses conducteurs, celui du n° 16, en était peu partisan.

Au Concours, les différents types des accumulateurs Fulmen employés ont été $B_{13}$, $B_{15}$, $B_{17}$, $B_{21}$.

Les renseignements caractéristiques de ces divers types sont résumés dans le tableau suivant :

Digitized by Google

*Renseignements caractéristiques relatifs aux différents types d'accumulateurs Fulmen employés au Concours.*

| VOITURES SUR LESQUELLES ILS ONT ÉTÉ EMPLOYÉS | 2 (Krieger) 26 (Jeantaud) | 24 (Jeantaud) 25 (Jeantaud) | 1, 3, 16 (Krieger) 21(*), 22, 23 (Jeantaud) | 18 (Jeantzy) |
|---|---|---|---|---|
| Types | $B_{13}$ | $B_{15}$ | $B_{17}$ | $B_{21}$ |
| Nombre de plaques B | 13 | 15 | 17 | 21 |
| Nombre de plaques positives | 6 | 7 | 8 | 10 |
| Récipient (Encombrement) Longueur extérieure . . . centimètres. | 12,0 | 13,5 | 15,0 | 18,0 |
| Récipient (Encombrement) Largeur extérieure . . . — | 11,3 | 11,3 | 11,3 | 11,3 |
| Récipient (Encombrement) Hauteur extérieure . . . — | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 29,0 |
| Plaques . Largeur . . . — | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Plaques . Hauteur . . . — | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| Plaques . Surface (2 faces) . . . décim. carrés. | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Plaques . Surface positive totale d'un élément . . . — | 21,6 | 25,2 | 28,8 | 36,0 |
| Poids . . Plaques d'un élément . . . kilogr. | 5,600 | 6,450 | 7,300 | 9,000 |
| Poids . . Plaques, liquide, récipient d'un élément . . . — | 8,000 | 9,200 | 10,400 | 12,800 |
| Poids . . Plaques, liquide, récipient (44 éléments) . . . — | 352 | 404,8 | 457,6 | 563,2 |
| *Au régime de décharge en cinq heures.* | | | | |
| Débit normal en ampères (**) Par décimètre carré de surface positive | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Débit normal en ampères (**) Par plaque positive d'un élément . . | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Débit normal en ampères (**) Par kilogramme d'élément . . . . . | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Débit normal en ampères (**) Par élément . . . . . | 21,6 | 25,2 | 28,80 | 36,0 |
| Différence de potentiel par élément, en volts. . . | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| Puissance normale en watts (**) . . . . . par kilogr. de plaque . | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| Puissance normale en watts (**) . . . . . par kilogr. d'élément . . | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 |
| Puissance normale en watts (**) . . . . . par élément . . . . . | 41 | 47 | 54 | 68 |
| Puissance normale en watts (**) . . . . . pour 44 éléments. . . . | 1804 | 2068 | 2376 | 2992 |
| Capacité en ampères-heure . . . . . par kilogr. de plaque . . | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| Capacité en ampères-heure . . . . . par kilogr. d'élément . . | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Capacité en ampères-heure . . . . . par élément . . . . . | 104 | 119,6 | 134,2 | 166,4 |
| Énergie en watts-heure . . . . . par kilogr. de plaque . . | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Énergie en watts-heure . . . . . par kilogr. d'élément . . | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Énergie en watts-heure . . . . . par élément . . . . . | 200 | 230 | 260 | 320 |
| Énergie en watts-heure . . . . . pour 44 éléments . . . . | 8 800 | 10 120 | 11 144 | 14 080 |
| Énergie totale en chevaux-vap.-heure . . pour 44 éléments. . . . | 11,95 | 13,75 | 15,14 | 19,13 |
| Poids par k.-w. (***) . en plaques. . . . . | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Poids par k.-w. (***) . en éléments . . . . . | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Poids par k.-w.-h. (***) en plaques. . . . . | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Poids par k.-w.-h. (***) en éléments . . . . . | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Poids par cheval-vapeur-heure (***) . . en plaques. . . . . | 20,6 | 20,6 | 20,6 | 20,6 |
| Poids par cheval-vapeur-heure (***) . . en éléments . . . . . | 29,4 | 29,4 | 29,4 | 29,4 |

(*) La voiture 21 avait 50 éléments $B_{17}$. Toutes les autres avaient 44 éléments.

(**) Les chiffres approximatifs de ces débits et puissances peuvent être multipliés par 4 pour les démarrages et les courtes rampes.

(***) Ces chiffres approximatifs peuvent être divisés par 4 pour les démarrages et les courtes rampes.

En pratique, pendant le Concours, ces conditions ont été souvent dépassées.

Digitized by Google

Pendant le Concours, la charge s'est faite à la tension constante de 110 volts, avec toutes les précautions recommandées par la Société Fulmen, car l'Administrateur-délégué, M. Brault, et l'Ingénieur, M. Bertifort, en ont surveillé personnellement les diverses phases.

Au contraire, pour la décharge qui a eu lieu dans des temps totaux comprise entre 4h 8 et 5 heures, les variations de régime ont été assez considérables pour certains véhicules comme le montrent les graphiques ci-après (fig. 32 à 36).

Dans l'ascension de la Butte qui, depuis la rue Blanche, a duré 11'40", on a relevé, sur la voiture n° 3 pourvue d'accumulateurs Fulmen $B_{17}$, dont le débit normal était de 28 ampères, les intensités moyennes suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 41a 0 | pendant 1' 45" | 50a 0 | pendant » 40" |
| 34a 5 | — 1' 25" | 46a 0 | — 1' 15" |
| 50a 0 | — » 20" | 32a 0 | — » 50" |
| 48a 0 | — 1' 10" | | |

A un démarrage on a eu 70 ampères.

En outre, dans la journée du 10 juin, certaines voitures ont circulé jusqu'à épuisement à peu près complet de leurs accumulateurs.

Le véhicule n° 13, entre autres, qui avait 563kg 2 d'accumulateurs $B_{21}$, a effectué 107 kilomètres. Le rapport du poids total des accumulateurs au poids total de cette voiture était de 0,31.

Ce rapport était de 0,26 dans le n° 16 qui, le même jour, a pu effectuer en tout 102km 5.

Cependant, en moyenne, les quantités d'énergie spécifique consommées d'après les quantités fournies à l'usine ont été de :

9kwh 945 pour les 44 éléments $B_{21}$ du Fiacre n° 13, dont l'énergie totale était de 14kwh 080, soit 70 °/. de la capacité annoncée par le fournisseur;

8kwh 370 pour les 44 éléments $B_{17}$ du Fiacre n° 16, dont l'énergie totale était de 11kwh 144, soit 75 °/. de la capacité annoncée par le fournisseur;

8kwh 085 pour les 44 éléments $B_{15}$ du Fiacre n° 25, dont l'énergie totale était de 10kwh 120, soit 79 °/. de la capacité annoncée par le fournisseur.

Il eût été intéressant de connaître l'influence que de telles variations de régime ont pu exercer sur la constitution intime des accumulateurs. La durée du Concours a été trop faible pour fournir des renseignements à cet égard.

Aucune des batteries d'accumulateurs Fulmen n'a éprouvé de défaillance. C'est tout ce qu'on peut dire.

Digitized by Google

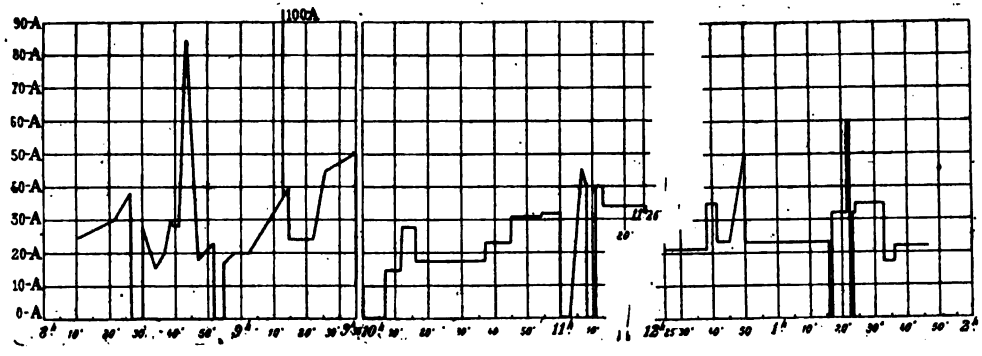



FIG. 32. — Diagramme de décharge des accumulateurs du Fiacre n° 13. — Itinéraire A. — Poids de la voiture au complet : 1 800 kilogrammes.

| | | |
|---|---|---|
| Départ de Levallois à . . . | 8 h. 11 m. | |
| Halte . . . . . Arrivée . | 9 h. 35 m. | 1 h. 24 m. |
| Halte . . . . . Départ. . | 10 h. | |
| Déjeuner . . . Arrivée . | 11 h. 26 m. | 1 h. 26 m. |
| Déjeuner . . . Départ. . | 12 h. 25 m. | |
| Arrivée à Levallois . . . . | 1 h. 47 m. | 1 h. 22 m. |
| | | 4 h. 12 m. |

*Accumulateurs Fulmen $B_{21}$ :*

RÉGIME NORMAL

Décharge en 5 heures;

Capacité totale : 175 ampères-heure;

Débit : 35 ampères.

CONCOURS

Durée totale de la décharge : 4 h. 20 m.;
Fourniture à l'usine : 13 180 watts-heure;
Consommation hypothétique : 9 885 watts heure;
Puissance moyenne : 2 283 watts;
Potentiel moyen : 88 volts;
Débit moyen : 25,8 ampères.

Digitized by Google

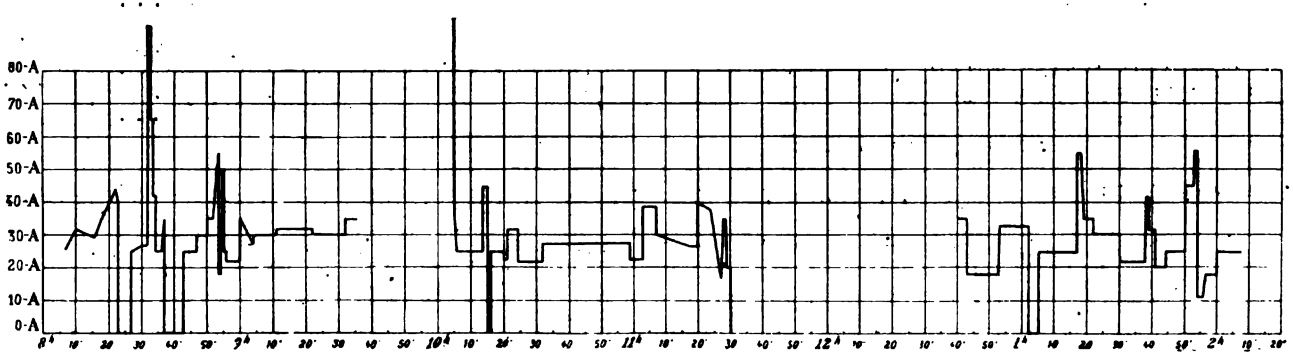



FIG. 33. — Diagramme de décharge des accumulateurs du Fiacre n° 13. — Itinéraire B. — Poids de la voiture au complet : 1 800 kilogrammes.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Départ de Levallois à . . . | | 8 h. 7 m. | |
| Halte . . . . . | Arrivée . | 9 h. 35 m. | 1 h. 28 m. |
| | Départ. . | 10 h. 5 m. | 1 h. 25 m. |
| Déjeuner . . . | Arrivée . | 11 h. 30 m. | |
| | Départ. . | 12 h. 40 m. | 1 h. 27 m. |
| Arrivée à Levallois . . . . | | 2 h. 7 m. 30 s. | 4 h. 20 m. |

*Accumulateurs Fulmen $B_{21}$ :*

RÉGIME NORMAL

Décharge en 5 heures ;
Capacité totale : 175 ampères-heure ;
Débit : 35 ampères.

CONCOURS

Durée totale de la décharge : 4 h. 20 m. ;
Fourniture à l'usine : 13 180 watts-heure ;
Consommation hypothétique : 9 885 watts-heure ;
Puissance moyenne : 2 283 watts ;
Potentiel moyen : 88 volts ;
Débit moyen : 25,8 ampères.

Digitized by Google

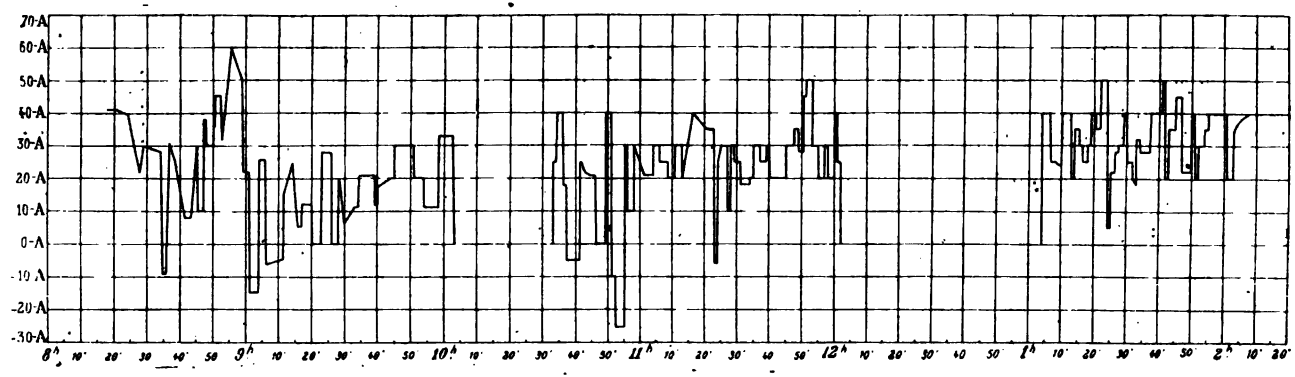



FIG. 34. — Diagramme de décharge des accumulateurs du Fiacre n° 16. — Itinéraire C. — Poids de la voiture au complet : 1 770 kilogrammes.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Départ de Levallois à. | | 8 h. 18 m. | |
| Halte . . . | Arrivée . | 10 h. 3 m. | 1 h. 43 m. |
| | Départ. . | 10 h. 33 m. | 1 h. 29 m. |
| Déjeuner . | Arrivée . | 12 h. 2 m. | 1 h. 5 m. |
| | Départ. . | 1 h. 4 m. | |
| Arrivée à Levallois . . | | 2 h. 9 m. | 4 h. 17 m. |

*Accumulateurs Fulmen B17 :*

RÉGIME NORMAL

Décharge en 5 heures;
Capacité totale : 140 ampères-heure;
Débit : 28 ampères.

CONCOURS

Durée totale de la décharge : 4 h. 17 m.;
Fourniture à l'usine : 10 710 watts-heure;
Consommation hypothétique : 8 032 watts-heure;
Puissance moyenne : 1 850 watts;
Potentiel moyen : 88 volts;
Débit moyen : 21 ampères.

Digitized by Google

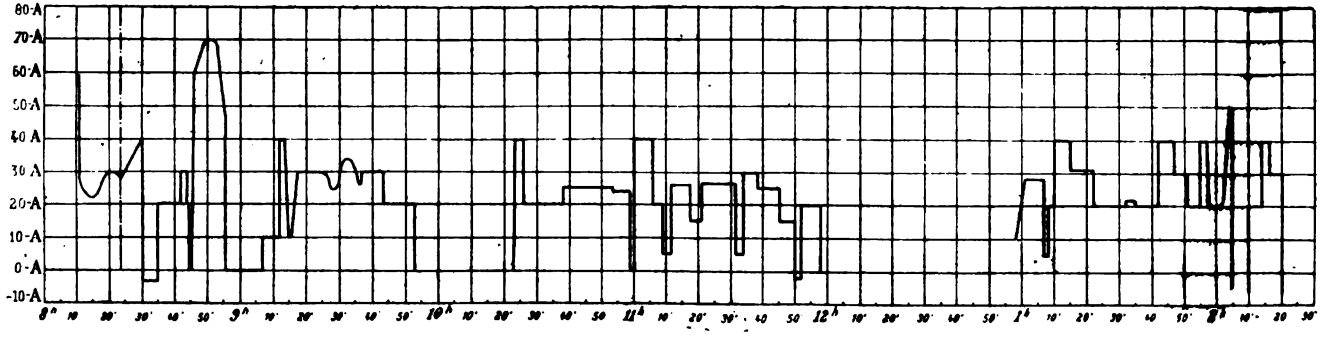



FIG. 35. — Diagramme de décharge des accumulateurs du Fiacre n° 23. — Itinéraire C. — Poids de la voiture au complet : 1 860 kilogrammes.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Départ de Levallois à . | | 8 h. 11 m. | |
| Halte . . . | Arrivée . | 9 h. 53 m. | 1 h. 42 m. |
| | Départ. . | 10 h. 23 m. | 1 h. 34 m. |
| Déjeuner . | Arrivée . | 11 h. 57 m. | |
| | Départ. . | 12 h. 57 m. | 1 h. 23 m. |
| Arrivée à Levallois . . | | 2 h. 20 m. | |
| | | | 4 h. 39 m. |

*Accumulateurs Fulmen $B_{17}$ :*

RÉGIME NORMAL

Décharge en 5 heures;
Capacité totale : 140 ampères-heure;
Débit : 28 ampères.

CONCOURS

Durée totale de la décharge : 4 h. 39 m.;
Fourniture à l'usine : 10 490 watts-heure;
Consommation hypothétique : 7 867 watts-heure;
Puissance moyenne : 1 710 watts;
Potentiel moyen : 58 volts;
Débit moyen : 29 ampères.

Digitized by Google

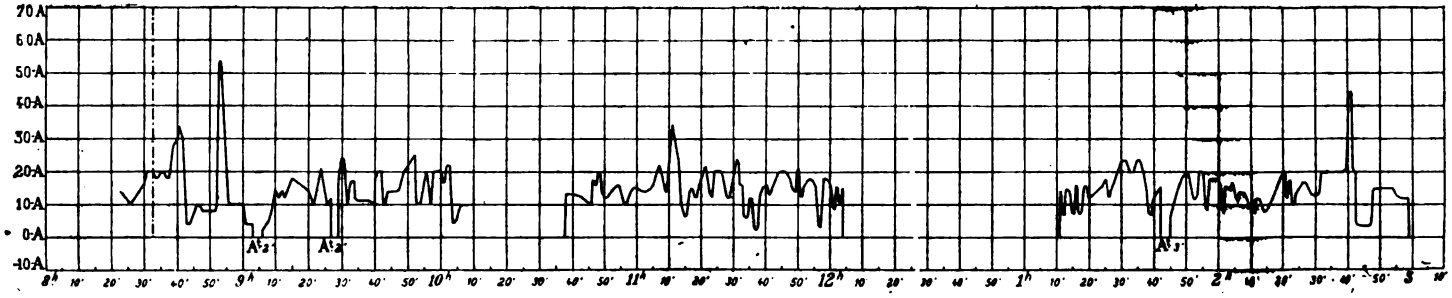



FIG. 36. — Diagramme de décharge des accumulateurs du Fiacre n° 26. — Itinéraire B. — Poids de la voiture au complet : 1 090 kilogrammes.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Départ de Levallois à. | | 8 h. 23 m. | |
| Halte. . . | Arrivée . | 10 h. 7 m. | 1 h. 44 m. |
| | Départ. . | 10 h. 38 m. | 1 h. 26 m. |
| Déjeuner . | Arrivée . | 12 h. 4 m. | |
| | Départ. . | 1 h. 11 m. | 1 h. 48 m. |
| Arrivée à Levallois . . | | 2 h. 59 m. | |
| | | | 4 h. 38 m. |

*Accumulateurs Fulmen $B_{13}$ :*

RÉGIME NORMAL

Décharge en 5 heures ;
Capacité totale : 103 ampères-heure ;
Débit : 17 ampères.

CONCOURS

Durée totale de la décharge : 4 h. 48 m. ;
Fourniture à l'usine : 8 320 watts-heure ;
Consommation hypothétique : 6 246 watts-heure ;
Puissance moyenne : 1 248 watts ;
Potentiel moyen : 88 volts ;
Débit moyen : 14,6 ampères.

Digitized by Google

# CONCLUSIONS

Les constatations recueillies par la Commission du Concours et les résultats que le Jury en a déduits peuvent se résumer comme suit, pour les trois véhicules à moteur électrique caractéristiques des trois constructeurs dont les véhicules ont accompli tous les itinéraires :

| | Coupé n° 13 (*Jenatzy*) | Coupé n° 16 (*Kriéger*) | Cab n° 25 (*Jeantaud*) |
|---|---|---|---|
| *Poids de la voiture en ordre de marche :* | | | |
| Caisse, roue, châssis et transmissions | 847 | 713 | 696 |
| Moteur | 110 | 130 | 100 |
| Accumulateurs (poids brut) | 565 | 457 | 404 |
| Conducteur | 70 | 70 | 70 |
| | 1 662kg | 1 370kg | 1 270kg |
| Charge utile | 140kg | 400kg | 140kg |
| Poids total | 1 802kg | 1 770kg | 1 410kg |
| Charge utile / Poids total | 8,4 °/o | 18,4 °/o | 10 °/o |
| *Accumulateurs :* | | | |
| Type d'accumulateurs | Fulmen B 21 | Fulmen B 17 | Fulmen B 15 |
| Nombre d'éléments | 44 | 44 | 44 |
| Poids utile des plaques d'un élément . . kil. | 9,00 | 7,30 | 6,45 |
| Poids brut de chaque élément, y compris bacs, cloisons et liquide . . . . . kil. | 12,80 | 10,40 | 9,20 |
| Poids total des accumulateurs : utile . . kil. | 396,00 | 321,00 | 283,80 |
| Poids total des accumulateurs : brut . . kil. | 565,20 | 457,60 | 404,18 |
| Rapport au poids total du véhicule : 1° du poids utile des accumulateurs | 22 °/o | 18 °/o | 20 °/o |
| Rapport au poids total du véhicule : 2° du poids total des accumulateurs | 31 °/o | 25 °/o | 28 °/o |
| *Vitesses obtenues dans les essais.* | | | |
| Vitesses en palier | 8km5 — 16km8 | 8,8-19,9-25,7 | 7,82 — 16,95 |
| Vitesse en rampe de 82 millimètres | 7km 900 | 6km 000 | 9km 900 |
| *Vitesses en service dans Paris :* | | | |
| Vitesse moyenne générale | 14km 24 | 13km 75 | 14km 34 |
| Vitesses extrêmes. Rues encombrées | 11km 700 | 11km 980 | 12km 100 |
| Vitesses extrêmes. Rues accidentées | 7km 33 | 7km 62 | 10km 71 |
| Vitesses extrêmes. Rues désertes. Pente | 21km 66 | 23km 84 | 21km 56 |
| Vitesses extrêmes. Rues désertes. Palier | 17km 22 | 24km 25 | 17km 45 |
| Vitesses extrêmes. Rues désertes. Rampe | 17km 10 | 17km 11 | 16km 30 |

Digitized by Google

| *Fourniture et Consommation d'énergie :* | Coupé n° 13 *(Jenatzy)* | Coupé n° 16 *(Kriéger)* | Cab n° 25 *(Jeantaud)* |
|---|---|---|---|
| Fourniture réelle d'énergie électrique aux bornes des batteries d'accumulateurs à l'usine : | | | |
| Par voiture-journée | $13^{kwh}$ 26 | $11^{kwh}$ 15 | $10^{kwh}$ 07 |
| Par voiture-kilomètre | $214^{wh}$ 15 | $180^{wh}$ 1 | $162^{wh}$ 47 |
| Consommation hypothétique, à raison d'un rendement de 75 °/₀ des accumulateurs, par voiture-kilomètre | $160^{wh}$ 61 | $135^{wh}$ 00 | $121^{wh}$ 85 |
| Consommation pendant les essais, par voiture-kilomètre : | | | |
| En rampe de 82mm. — Vitesse | $7^{km}$ 900 | $6^{km}$ 000 | $9^{km}$ 900 |
| En rampe de 82mm. — Consommation | $752^{wh}40$ | $880^{wh}$ 00 | $473^{wh}$ 00 (1) |
| En palier — 1° Vitesse | $8^{km}$ 500 | $8^{km}$ 800 | $7^{km}$ 820 |
| En palier — 1° Consommation | $134^{wh}$ 46 | $114^{wh}$ 40 | $69^{wh}$ 70 (1) |
| En palier — 2° Vitesse | $16^{km}$ 800 | $15^{km}$ 000 | $16^{km}$ 950 |
| En palier — 2° Consommation | $132^{wh}$ 80 | $123^{wh}$ 4 | $86^{wh}$ 15 (1) |
| Rapport entre la consommation en service $C_m$ à la vitesse moyenne $V_m$ et la consommation $C_p$ à la vitesse $V_p$ pendant les essais en palier — $V_m$ | $13^{km}$ 770 | $13^{km}$ 75 | $13^{km}$ 370 |
| Rapport entre la consommation en service $C_m$ à la vitesse moyenne $V_m$ et la consommation $C_p$ à la vitesse $V_p$ pendant les essais en palier — $V_p$ | $16^{km}$ 800 | $15^{km}$ 000 | $16^{km}$ 950 |
| Rapport entre la consommation en service $C_m$ à la vitesse moyenne $V_m$ et la consommation $C_p$ à la vitesse $V_p$ pendant les essais en palier — $\frac{C_m}{C_p}$ | 1,21 | 1,08 | 1,41 (1) |
| *Dépenses journalières :* | | | |
| Faux frais et frais généraux, entretien des accumulateurs et graissage | 18 fr. 57 | 18 fr. 57 | 18 fr. 57 |
| Énergie spécifique | 1 fr. 67 | 1 fr. 69 | 1 fr. 16 |
| TOTAL | **20 fr. 24** | **20 fr. 26** | **19 fr. 73** |
| **Dépense par kilomètre utile** | **0 fr. 45** | **0 fr. 45** | **0 fr. 44** |
| **Dépense par kilomètre en sus** | **0 fr. 0256** | **0 fr. 0216** | **0 fr. 0195** |

(1) Voir l'observation du Jury sur ces consommations (pages 64 et 66).

Un des résultats les plus frappants du Concours du mois de juin est certainement la mise en évidence de l'influence prépondérante des frais d'entretien des accumulateurs, voire même des bandages pneumatiques, sur la dépense journalière des voitures automobiles électriques.

La faible quantité d'énergie électrique fournie à l'usine pour un parcours total de 560 kilom. dans les rues les plus accidentées ou



Digitized by Google

encombrées de Paris et surtout le minime prix de revient probable de cette consommation ont constitué une des surprises de ce Concours.

Cette dépense est si faible qu'elle semble rendre inutile, en pratique, la recherche du meilleur mode d'utilisation du moteur électrique et de son appropriation la plus rationnelle aux différentes circonstances du service des voitures de place.

Cependant, si la réduction à espérer de la consommation d'énergie ne paraît pas devoir influer d'une manière considérable sur la dépense journalière, il ne faut pas perdre de vue qu'avec les frais généraux énormes pesant sur les fiacres actuels, le bénéfice des actionnaires résulte en somme d'une différence de quelques centimes entre les prix de revient et de location aux cochers de la journée de voiture.

D'un autre côté, le peu que nous avons dit sur les précautions à prendre dans l'emploi des accumulateurs à grande capacité spécifique, porte à penser que leur dépense d'entretien, qui, pour le moment, constitue la seule sujétion trop onéreuse des voitures électriques, pourra être notablement diminuée si le moteur électrique est construit de manière à réduire au minimum la consommation d'énergie dans les rues à forte déclivité et si le combinateur est établi de manière à empêcher un conducteur novice d'imprimer au moteur des à-coups désastreux pour les accumulateurs.

Ces espérances sont justifiées par les rapprochements que nous avons fait ressortir plus haut entre les consommations successives sur un même itinéraire pour les conducteurs du Cab n° 25 et du Landaulet n° 23.

La réduction de la consommation d'énergie par une appropriation convenable du moteur aux diverses circonstances du service d'une voiture de place dans Paris, doit surtout avoir pour résultat de maintenir le régime de décharge des accumulateurs dans des limites assez peu éloignées de leur régime normal; ce qui, tout en diminuant leurs chances d'avaries et leurs frais d'entretien, augmentera leur capacité, permettra sans doute de réduire leur poids et, par suite, la charge par centimètre carré sur les pneumatiques, dont les chances d'avarie et les dépenses d'entretien seront dès lors moindres.

***

Peut-être les résultats des expériences dites d'épuisement du 10 juin porteront-ils quelques-uns de nos lecteurs à penser qu'on peut dès aujourd'hui considérer comme exagéré pour des voitures de place le

Digitized by Google

poids des accumulateurs porté par des voitures n'ayant à faire que 60 kilomètres ?

En effet, ce jour-là, après avoir accompli l'itinéraire C de 62km 00 comportant l'ascension de la Butte-Montmartre, les voitures nos 1, 3 et 16 (Kriéger), no 13 (Jenatzy), no 25 (cab Jeantaud), ont effectué en allées et venues, sur les quais, aux abords de l'usine Clément, des parcours s'élevant au total :

| | |
|---|---|
| N° 1 | 30km 500 |
| N° 3 | 32km 500 |
| N° 16 | 40km 500 |
| N° 13 | 45km 000 |
| N° 25 | 26km 500 |

Ces différentes voitures ont donc pu :

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kriéger | N° 1 | (poids total 1 640kg) | parcourir en tout | 92km 000 | avec un poids brut d'accumulateurs de | | | 457kg |
| | N° 3 | — 1 590kg | — | 94km 500 | — | — | | 457kg |
| | N° 16 | — 1 770kg | — | 102km 500 | — | — | | 457kg |
| Jenatzy | N° 13 | — 1 880kg | — | 107km 000 | — | — | | 565kg |
| Jeantaud | N° 25 | — 1 340kg | — | 88km 500 | — | — | | 404kg |

Nous ne saurions partager cette manière de voir.

Outre qu'il importe qu'une voiture, qu'elle soit destinée au service de place ou au tourisme, dispose d'assez d'énergie pour pouvoir faire quelques kilomètres en plus qu'il n'est prévu, il est non moins essentiel que la différence de potentiel des accumulateurs ne descende pas au-dessous d'un nombre déterminé de volts, sans quoi la faiblesse de certains éléments peut avoir une influence désastreuse sur la différence de potentiel de la batterie et, par suite, sur sa capacité en énergie.

De plus, cette conséquence fâcheuse ne pourrait qu'aller en s'aggravant si on persévérait, plusieurs jours de suite, dans un mode d'emploi des accumulateurs aussi défectueux, puisque l'élément dont la force électromotrice serait devenue presque nulle, sinon même négative, ne pourrait, sauf des précautions spéciales incompatibles avec une opération effectuée industriellement, recevoir une quantité d'énergie suffisante pour le remettre au niveau des éléments avec lesquels il est en connexion.

D'un autre côté, le peu que nous avons dit sur l'impérieuse nécessité de ne pas dépasser une certaine limite pour le débit normal, montre que ce n'est pas seulement la longueur du parcours, mais surtout la puissance normale du moteur, qui doit servir à déterminer le poids des accumulateurs.

Digitized by Google

## Calcul approximatif et rapide de la résistance d'un véhicule automobile.

Pour obtenir rapidement la résistance du véhicule dans les multiples conditions de vitesse, de déclivité et de viabilité des chaussées rencontrées pendant le Concours, nous nous sommes servis du graphique reproduit en partie ci-après (fig. 37 et 38).

Avant d'indiquer comment nous avons tracé les diverses lignes dont il est formé, nous croyons devoir rappeler en quelques mots de quoi se compose l'effort résistant total que doit vaincre le moteur d'une voiture automobile. Il résulte des facteurs suivants :

1° Le frottement de glissement des fusées d'essieu sur leurs boîtes de moyeu;

2° L'effort de translation sur la chaussée;

3° La pression de l'air;

4° Les pertes de force vive résultant des trépidations des diverses parties du véhicule, occasionnées par la chaussée ou les mouvements du moteur;

6° Les pertes de force vive dues aux variations de vitesse des diverses parties du mécanisme.

Les deux premiers facteurs sont proportionnels au poids du véhicule et leurs coefficients sont sensiblement constants dans les limites de vitesse des voitures de place.

Le troisième est proportionnel au carré de la vitesse, à la surface de la projection de toutes les parties du véhicule sur un plan normal à la direction du mouvement, mais il y entre un coefficient numérique variable avec la forme et le recouvrement plus ou moins partiel des diverses parties du véhicule.

Le quatrième est fonction de la vitesse, de la flexibilité des ressorts et de l'élasticité de certaines parties comme les garde-crottes, les marche-pieds, les lanternes, etc.

Le cinquième est aussi fonction de la vitesse, mais surtout du travail développé par les moteurs.

Le calcul de l'effort résistant total d'une voiture automobile présente une incertitude assez grande, car on n'a pas encore effectué des expériences suffisantes pour déterminer les coefficients nécessaires.

Ceci dit, nous allons successivement indiquer comment on peut calculer les valeurs des cinq facteurs ci-dessus pour une voiture automobile de place, de *une tonne et demie de poids total*, ayant *deux mètres carrés de surface de projection verticale*, parallèlement aux essieux, et des roues d'un diamètre usuel.

1° *Frottement de glissement des fusées dans les boîtes des moyeux.* — Il est donné par la formule

$$T_e = \varphi \frac{F}{D} p$$

dans laquelle F est le diamètre moyen de la fusée,
D le diamètre extérieur de la roue,
$p$ la charge supportée par les fusées, en tonne,
$\varphi$ un coefficient exprimé en kilogr., par tonne, variable avec le mode de graissage de la fusée et la nature des surfaces frottantes.

Digitized by Google

Fusées de tombereau simplement graissées $\varphi = 100$ kilogr.
Fusées « patent » . . . . . $\varphi = 10$ —
Roulements à billes. . . . . $\varphi = 5$ —

Par suite, pour un fiacre automobile de 1ᵗ500, à fusées patent, pour lequel

$$p = 0^t686 \qquad \frac{F}{D} = 0{,}050 \text{ avant,}$$

$$p' = 0^t834 \qquad \frac{F'}{D'} = 0{,}042 \text{ arrière,}$$

le premier facteur a une valeur de

$$T_e = [0^t686 \times 0{,}05 + 0^t834 \times 0{,}042]\ 10 \text{ kilogr.} = 0^{kg}693.$$

2° L'effort de translation est donné par la formule

$$T_r = (f \pm i)\ P$$

dans laquelle P est le poids total du véhicule en tonne,
$i$ la déclivité exprimée en millièmes,
$f$ un coefficient exprimé en kilogr., variable avec la nature de la chaussée et le diamètre des roues.

3° *Pression de l'air.* — Théoriquement, cette pression est donnée par la formule

$$T_a = KSV^2$$

dans laquelle S est la surface de la projection de toutes les parties du véhicule sur un plan normal à la direction du déplacement, c'est-à-dire ici sur un plan vertical parallèle aux essieux,
$V^2$, le carré de la vitesse exprimé en mètres à la seconde,
K, un coefficient numérique variable dans de très grandes limites avec la forme et le degré de recouvrement ou la distance des parties projetées.

Faute d'expériences spéciales aux voitures automobiles, nous admettrons pour K le coefficient 0,0288. De même pour S nous adopterons 2 mètres carrés.

Le terme $T_a$ prend alors, d'après les vitesses du véhicule, les valeurs suivantes :

| Vitesses | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| en kilom. à l'heure . . . | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 36 |
| en mètres à la seconde. . | 1,66 | 2,22 | 2,77 | 3,33 | 4,16 | 5,55 | 6,94 | 8,33 | 10 |
| Carrés des vitesses exprimées en mètres à la seconde . . . | 2,75 | 4,93 | 7,67 | 11 | 17,30 | 30,80 | 48,02 | 69,39 | 100 |
| Coefficient . . . . . | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 | 0,0288 |
| Produit . . . . . | 0,079 | 0,142 | 0,221 | 0,3168 | 0,498 | 0,887 | 1,387 | 1,998 | 2,88 |
| Surface de projection en mètres carrés . . . . . | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pression de l'air exprimée en kilos . . . . . | 0,158 | 0,284 | 0,442 | 0,6336 | 0,996 | 1,774 | 2,774 | 3,996 | 5,76 |

Digitized by Google

4° *Perte de force vive due aux vibrations du véhicule.* — La perte de force vive due aux vibrations du véhicule, occasionnées par la trépidation des roues sur la chaussée est fonction de la vitesse, de la flexibilité des ressorts et de l'élasticité des autres parties vibrantes du véhicule.

Le coefficient dont ce facteur est affecté est donc tellement variable qu'il est bien difficile d'en tenir un compte exact dans les calculs. Heureusement que les voitures dont nous avons à nous occuper sont et doivent être pourvues de bandages pneumatiques.

Grâce à l'existence de ces bandages, nous pouvons, comme M. Bourlet pour la bicyclette, faire abstraction du terme fonction de la vitesse et nous contenter d'augmenter un peu le coefficient du terme précédent (1).

En nous basant sur les expériences de traction faites par la Compagnie générale des Omnibus, citées dans l'ouvrage « le Cheval », de M. Lavalard, et sur les expériences qu'avec le concours de M. l'Ingénieur Desdouits, nous avons faites sur une voiture à essence Panhard et Levassor appartenant à M. le baron Thénard, nous admettrons qu'avec les diamètres des roues usuels (2).

$f = 15$ kilogr. par tonne sur un bon macadam convenablement sec.
$f = 18$ — — sur un macadam un peu défectueux convenablement sec.
$f = 20$ — — sur un bon macadam amolli par la pluie.
$f = 22$ — — sur un macadam un peu défectueux amolli par la pluie.
$f = 25$ — — sur un macadam détrempé.

Dans ces conditions, la valeur de l'ensemble des 2° et 4° termes de l'effort résistant prendra les valeurs suivantes pour le véhicule de 1t 500 :

| | | |
|---|---|---|
| Bon macadam, convenablement sec | Kilogr. | 22,5 |
| Macadam un peu défectueux, convenablement sec | | 27 |
| Bon macadam amolli | | 30 |
| Macadam un peu défectueux, amolli | | 33 |
| Macadam détrempé | | 37,5 |

*Effort supplémentaire dû à la déclivité :*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ± 0 | Palier. | | ± 60 | $i = 40$ | millièmes. |
| ± 7,5 | $i = 5$ | millièmes. | ± 75 | $i = 50$ | — |
| ± 15 | $i = 10$ | — | ± 90 | $i = 60$ | — |
| ± 22,5 | $i = 15$ | — | ± 105 | $i = 70$ | — |
| ± 30 | $i = 20$ | — | ± 120 | $i = 80$ | — |
| ± 37,5 | $i = 25$ | — | ± 135 | $i = 90$ | — |
| ± 45 | $i = 30$ | — | | | |

*Perte de force vive due aux variations de vitesse des diverses parties du mécanisme moteur.* — Tout ce qu'on sait c'est que probablement, de même que dans la circulation sur rails, la locomotive remorqueuse a un coefficient de translation spécifique (c'est-à-dire rapporté à la tonne) bien supérieur au coefficient de traction spécifique des wagons remorqués, de même la voiture

(1) Telle est la cause pour laquelle, dans leurs expériences classiques, Dupuit et Morin ont trouvé que les coefficients de roulement afférents aux voitures suspendues étaient supérieurs à ceux des charrettes sur les pavages et que cette majoration était encore plus forte pour les voitures de luxe que pour les diligences.

(2) Les expérimentateurs ne sont pas d'accord en ce qui concerne l'influence du rayon de la roue sur l'effort tangentiel qui s'oppose à leur roulement. D'après Dupuit cet effort serait inversement proportionnel à la racine carrée du rayon. Au contraire, Morin prétend qu'il est inversement proportionnel au rayon. D'autres pensent qu'indépendant du rayon pour un certain degré de poli des surfaces en contact, cet effort est conforme à ce que dit Dupuit jusqu'à une certaine importance relative des aspérités, pour satisfaire à la relation de Morin lorsque les aspérités dépassent cette limite.

Digitized by Google

automobile sur routes doit avoir un coefficient de translation supérieur au coefficient de traction d'une voiture de même poids.

Toutefois, aucune expérience méthodique n'a été faite.

Nous avons donc laissé ce terme de côté en nous réservant de le déduire de la comparaison des résistances calculées avec les quatre premiers termes et des puissances développées par le moteur qui ont été relevées dans le Concours.

Ayant ainsi obtenu les valeurs des divers facteurs de l'effort résistant total, il n'y a plus qu'à ajouter celles qui correspondent à la vitesse, à la déclivité et à la nature de la chaussée considérées.

C'est pour faciliter ce dernier calcul, et aussi pour faire mieux saisir l'importance relative des différents termes que nous avons dressé le graphique ci-joint (fig. 37 et 38), établi de la manière suivante :

Soient deux axes rectangulaires, l'un vertical *oy*, l'autre horizontal *ox*.

Sur *oy*, portons au-dessus de *ox* une longueur proportionnelle à la valeur 0,693 du frottement de glissement des fusées, et au-dessous des longueurs proportionnelles aux différentes pressions de l'air, correspondant aux diverses vitesses.

Par les points ainsi obtenus, menons des parallèles à l'axe horizontal.

A partir de *o*, portons sur *ox* des longueurs proportionnelles aux déclivités 5, 10, 15, 20, 25 millièmes, etc.

Par chacun de ces points, menons des parallèles à l'axe vertical. Sur chacune de ces parallèles, portons, à la même échelle que les longueurs menées précédemment sur l'axe vertical, des longueurs proportionnelles à 7,5 à 15, 22,50, etc., valeurs des efforts supplémentaires dus à la déclivité.

Nous obtiendrons une série de points situés sur une même droite oblique passant par l'origine ; il suffira donc de porter une seule de ces longueurs, la plus grande, par exemple, et de tracer la droite *oa* joignant à l'origine *o* le point ainsi obtenu.

Pour les déclivités descendantes, la droite oblique *oa'* sera symétrique et dirigée vers le bas.

Enfin, sur *oy*, portons à la même échelle, à partir de l'origine, des longueurs proportionnelles aux diverses valeurs du frottement de roulement, d'après l'état de la chaussée, c'est-à-dire à 22,50, 27, 30, 33 et 37,50. Par ces points, menons des séries de parallèles aux deux lignes obliques *oa* et *oa'* sur lesquelles sont situés les points correspondant aux valeurs de traction positives ou négatives résultant de la déclivité.

On remarquera que, malgré la grandeur de l'échelle de notre graphique, les efforts dus à la pression de l'air sont sensiblement négligeables jusqu'à $V = 12$ kilom. à l'heure.

Le graphique montre au premier coup d'œil que, suivant l'état de la chaussée et la vitesse, la pente sur laquelle le véhicule a besoin d'être freiné varie de 15 à 27 millimètres.

Pour obtenir, avec ce graphique, l'effort total résultant de tous les termes dont nous avons tenu compte, il suffira de prendre, à partir du point de croisement de l'horizontale correspondant à la vitesse considérée avec la verticale de la déclivité admise, la distance existant jusqu'à l'oblique correspondant à l'état de la chaussée.

Digitized by Google

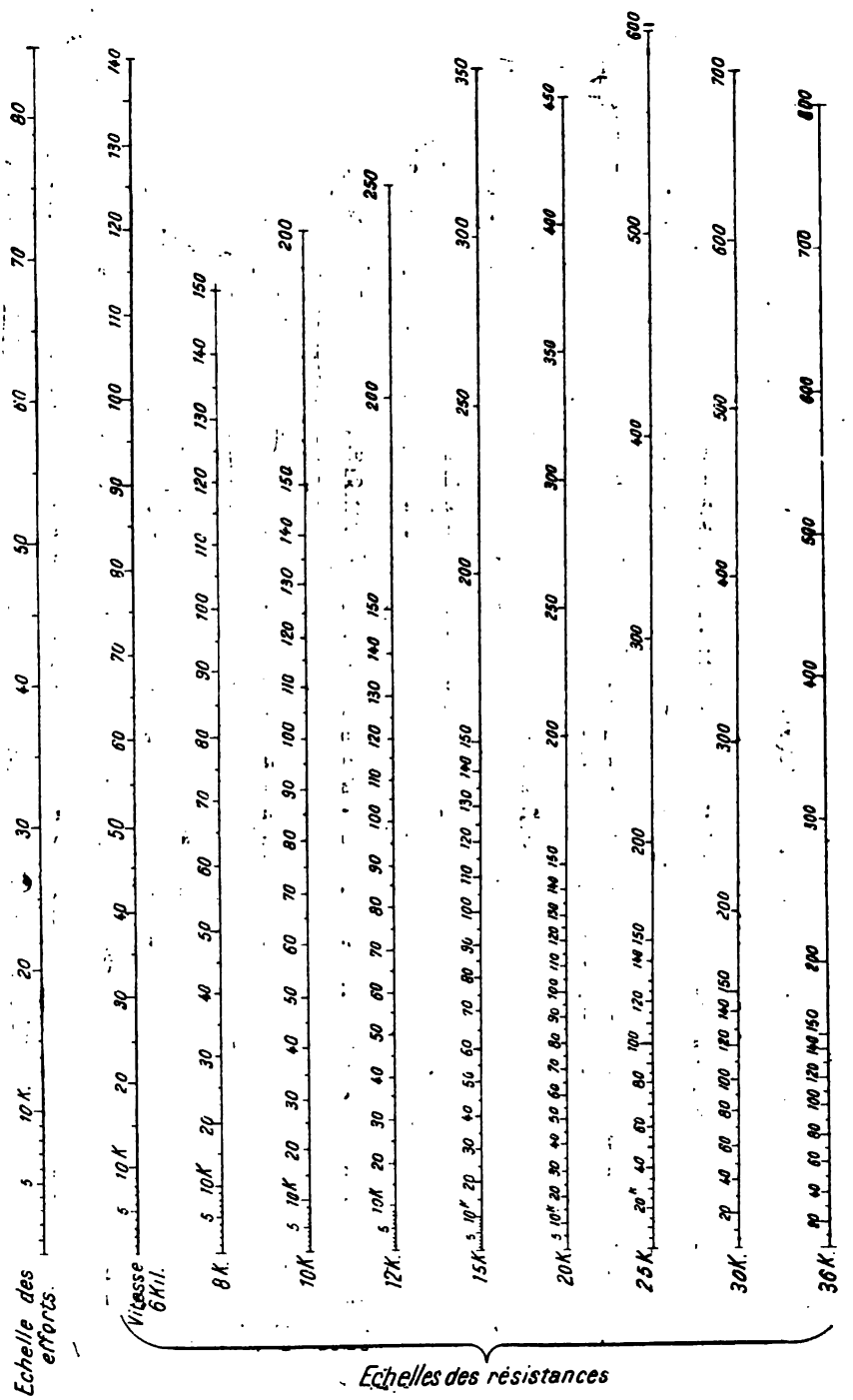
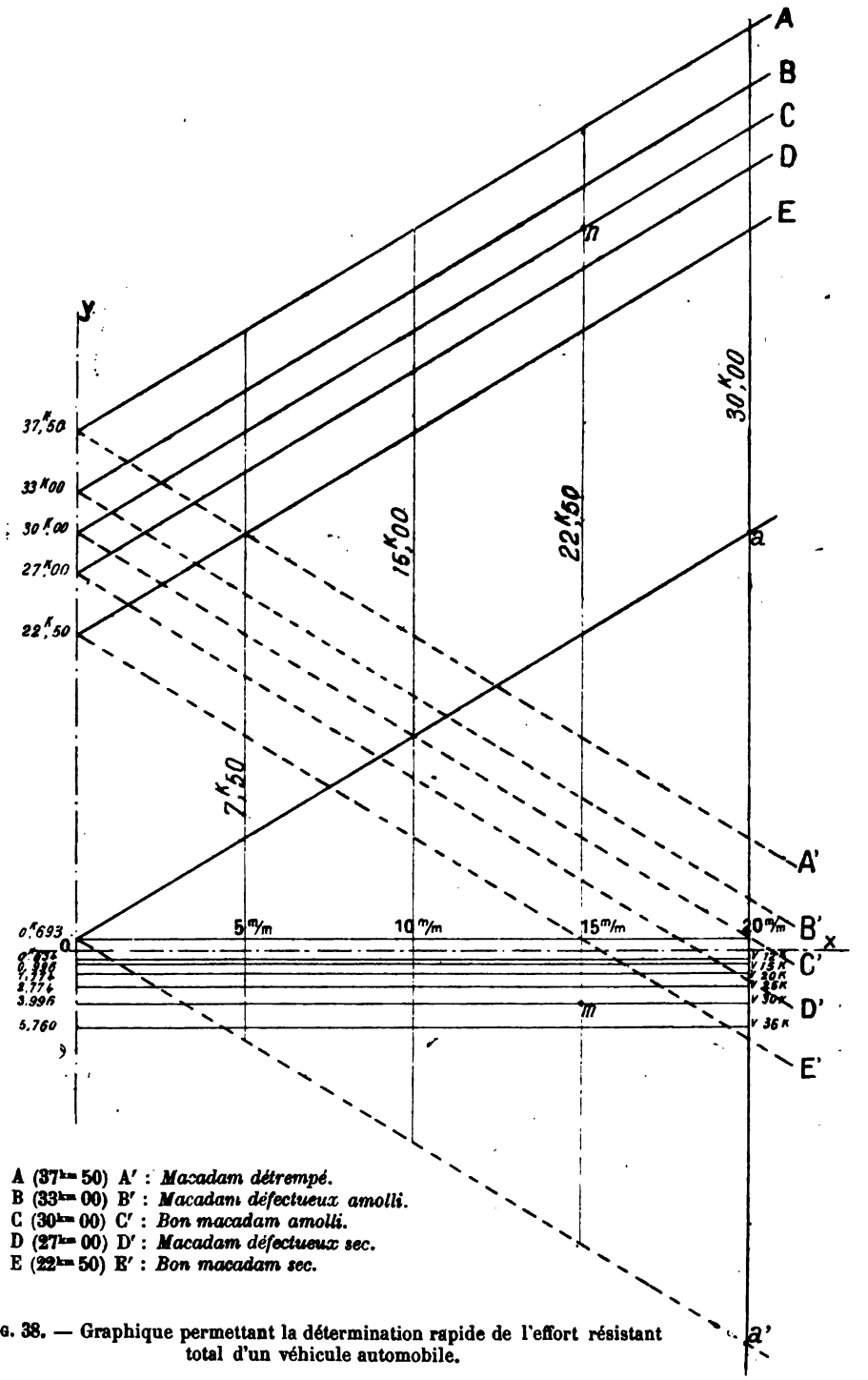



FIG. 37. — Échelles servant à la détermination rapide de la résistance totale d'un véhicule au moyen du graphique ci-contre (fig. 38).

Digitized by Google




A (37km 50) A′ : *Macadam détrempé.*
B (33km 00) B′ : *Macadam défectueux amolli.*
C (30km 00) C′ : *Bon macadam amolli.*
D (27km 00) D′ : *Macadam défectueux sec.*
E (22km 50) E′ : *Bon macadam sec.*

Fig. 38. — Graphique permettant la détermination rapide de l'effort résistant total d'un véhicule automobile.

(Les échelles correspondantes sont indiquées sur la figure 37 ci-contre.)

Digitized by Google

La longueur ainsi obtenue représentera à l'échelle l'effort total.

Ainsi, si la voiture considérée marche à la vitesse de 30 kilom. sur une rampe de 15 millièmes dans une rue où le macadam est bon, mais amolli par la pluie, nous placerons une bande de papier sur la verticale 15 millièmes; nous marquerons au crayon le point *m* correspondant à l'horizontale 30 kilom. et un autre point *n* à la rencontre de l'oblique correspondant au bon macadam amolli.

En reportant notre bande de papier sur l'échelle des efforts, nous voyons que *mn* correspond à un effort total d'environ 58 kilogrammes.

Ce graphique ne donne que l'effort résistant total; pour en déduire la résistance, il faut le multiplier par la vitesse.

Afin d'obtenir rapidement la résistance avec une approximation suffisante pour la comparaison des résistances du véhicule et des puissances développées par le moteur, nous avons divisé chacune des horizontales correspondant aux vitesses en parties inversement proportionnelles à ces vitesses. En portant, à partir de l'origine, sur ces horizontales la longueur même trouvée pour l'effort total, nous lisons de suite la valeur de la puissance cherchée.

Ainsi, dans le cas de l'exemple précédent, la longueur *mm* portée sur l'échelle des résistances correspondant à 30 kilom., donne environ 490 kilogrammètres.

***

Quelques-uns des véhicules qui ont concouru ont plus ou moins affecté la forme de fiacres, mais, en réalité, ne semblent pas avoir été étudiés spécialement pour le service de voiture de place. Nous ne faisons pas allusion au confortable trop luxueux de leurs intérieurs capitonnés ni à la couleur trop agréable de leurs caisses; quelques mois d'usage public auraient bientôt ramené les choses au point. Nous entendons parler surtout de l'emplacement peu accessible de quelques batteries, de la gamme trop variée des vitesses que certains combinateurs permettaient d'obtenir, ainsi que du défaut d'appropriation aux circonstances spéciales du service public dans Paris.

En ce qui concerne les vitesses, dans le ressort d'une Préfecture de Police où la vitesse autorisée sur les voies, même extra-muros, est au maximum de 20 kilom., à quoi servira la possibilité d'obtenir 26 kilom., sinon à récolter des procès-verbaux? Au contraire, alors que la maraude, qui constitue les 30 ou 32 % du travail total, se fait à la vitesse de 4 kilom. (1), pourquoi n'avoir que 8 à 9 kilom. de vitesse minimum?

D'un autre côté, le même moteur interchangeable était appliqué à des voitures construites pour une charge utile de 400 kilogr. ou de 140 kilogrammes.

(1) Nous demandons cependant qu'elle soit obligée de se faire à la vitesse de 6 kilomètres.

Digitized by Google

Aussi avons-nous constaté que certains moteurs consomment par voiture-kilomètre plus d'énergie spécifique aux faibles puissances, c'est-à-dire à une faible vitesse en palier, qu'aux grandes puissances, c'est-à-dire en rampe ou à grande vitesse en palier.

Si quelques voitures ont tenu à remonter, aux vitesses de 9, 12 et 14 kilomètres, la côte de la rue Lepic où la déclivité est de 0,075 sur 183m 50, de 0,079 sur 172m 55 et même de 0,090 sur 78m 15, c'est probablement que leur constructeur avait perdu de vue le but du Concours, hypnotisé qu'il était par les voitures de course.

Le plus précieux avantage du moteur électrique est, en effet, de pouvoir, encore plus que la machine à vapeur, donner un coup de collier permettant, dans une course, de prendre en rampe sur des concurrents une avance qui dispense de recourir en pente à une vitesse de casse-cou.

Plus modeste en ses desseins doit être le constructeur du fiacre, qui n'a pas besoin d'effectuer de pareils tours de force.

On nous objectera peut-être que, dans certains cas, un client pressé pourra, par un pourboire alléchant, inciter son conducteur à gravir une forte côte à la plus grande vitesse possible et que, dès lors, il convient que le moteur soit assez puissant pour subir cette allure sans inconvénient.

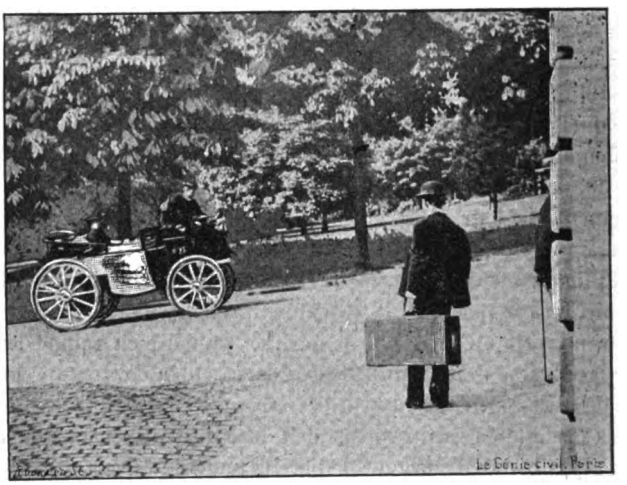
Outre qu'il nous paraît peu logique de faire, en vue d'un événement aussi hypothétique, supporter à un fiacre toutes les surcharges matérielles et pécuniaires d'un moteur ainsi calculé, nous croyons que les accumulateurs ne résisteraient pas longtemps à l'influence désastreuse d'un semblable régime (1).

Seule la manifestation du 13 juin, où les concurrents ont fait gravir à grande allure le raidillon (rampe de 145 millimètres sur 40 mètres) de la rue de Magdebourg aux Ingénieurs étrangers (fig. 39 à 42), nous paraît comporter de pareilles vitesses.

Par suite, nous aimons à espérer que tous les concurrents, éclairés par les résultats du Concours du mois de juin 1898, présenteront, au Concours de l'année prochaine, non plus des voitures de maître destinées au tourisme, mais de véritables fiacres pourvus d'un moteur construit de manière à avoir une aussi faible consommation d'énergie que possible aux différentes allures suivantes :

(1) Du reste, il sera nécessaire de dresser les conducteurs avant de leur confier des voitures trop perfectionnées; pour ce faire, il sera facile d'avoir quelques véhicules pourvus de moteurs plus résistants et surtout d'accumulateurs plus lourds, pouvant, sans inconvénient, subir des à-coups intempestifs.

Digitized by Google



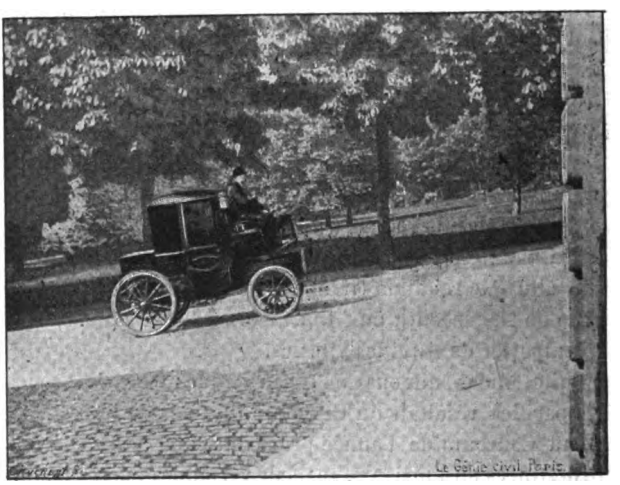
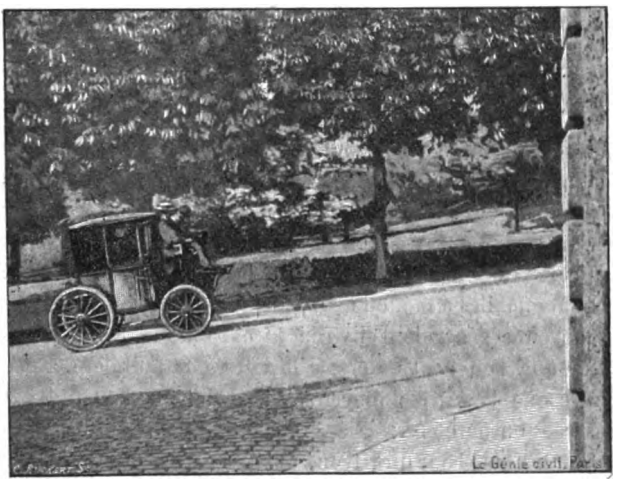




FIG. 39 et 40. — Voitures du Concours gravissant le raidillon de la rue de Magdebourg (13 juin 1898).

Digitized by Google



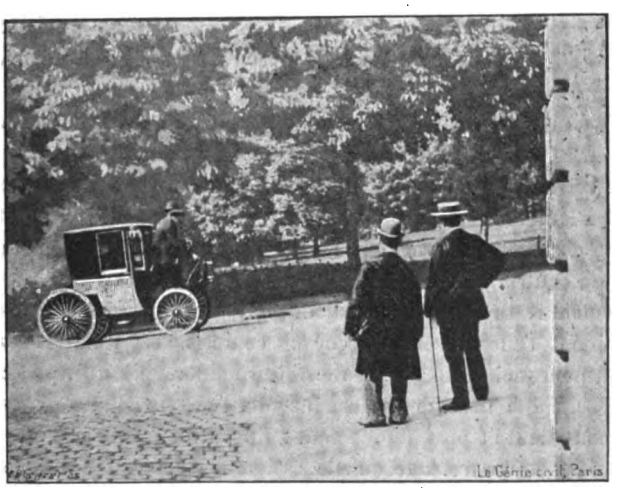


**Fig. 41 et 42. — Voitures du Concours gravissant le raidillon de la rue de Magdebourg (13 juin 1898).**

Digitized by Google

6 kilom. à l'heure pour la maraude;

8 kilom. à l'heure en remontant les rampes supérieures à 5 °/., qui sont l'exception dans Paris;

12 kilom. à l'heure en remontant les rampes comprises entre 2,5 et 5 °/., ou pour aller du dépôt au lieu de travail;

15 kilom. à l'heure, en moyenne, dans les rues ordinaires;

20 kilom. à l'heure dans les rues larges et peu fréquentées.

En ce moment, le règlement de la Préfecture de Police ne permet au maximum que 12 kilom. dans les rues et 20 kilom. sur les routes extra-muros.

Les résultats du Concours, pendant lequel le parcours total des voitures automobiles a été, en neuf jours, de 6 000 kilom.-voiture, à la vitesse moyenne générale d'environ 14 à 15 kilom., nous permettent d'affirmer que l'on peut autoriser la vitesse de 20 kilom. sans avoir à craindre que la vitesse moyenne dépasse notablement 12 kilom. dans les rues encombrées.

Mais alors, à quoi bon, dira-t-on, autoriser une vitesse qui effraiera le public?

D'abord, pour mettre les automobiles sur le même pied que les voitures à traction animale.

Le fiacre lui-même, qui, chargé à l'heure, ne marche qu'à 10 kilom., ayant à faire une course, l'effectue à la vitesse moyenne de 15 kilom. à l'heure.

La voiture de maître, et surtout la voiture de grande remise, au mois ou à la journée, font fréquemment 21 kilom. à l'heure.

Ces voitures évitent bien des arrêts en imprimant, par un coup de fouet, à leur attelage une vitesse suffisante pour profiter, avant qu'il ne soit obstrué, d'un vide entre deux voitures venant en sens inverse l'une de l'autre.

Ce qu'a le droit de faire aujourd'hui une voiture à traction animale, dont l'encombrement, cheval compris, est relativement très grand, pourquoi l'interdire à une voiture automobile qui, plus courte, plus docile à la main de son conducteur, l'effectuera encore beaucoup plus sûrement et plus rapidement? En outre, grâce aux moyens de débrayage et de freinage qu'elle est tenue d'avoir, elle peut s'arrêter aussi brusquement ou aussi graduellement que l'exigent les nécessités de la circulation.

Outre l'augmentation de la capacité de circulation des rues fréquentées, qu'on obtiendra en autorisant une vitesse convenable, on diminuera leur chance d'obstruction si on permet aux voitures automobiles

Digitized by Google

d'atteindre 20 kilom., car alors, pour pouvoir profiter de cette allure elles auront soin d'éviter les rues encombrées; elles useront des voies les plus larges, dut-il en résulter un allongement du parcours, car la durée en sera moindre. Elles n'effectueront dans les rues étroites que juste le trajet nécessaire à leur arrivée à destination.

Comme les préventions à l'encontre des automobiles pourraient peut-être encore quelque temps arrêter la Préfecture de Police, obligée de tenir compte des appréhensions même injustifiées d'un public aussi nerveux que le public parisien, nous croyons devoir insister sur ce point essentiel pour l'avenir de la voiture de place automobile.

*Elle sera rapide ou elle ne sera pas.*

Pendant neuf jours, nous avons suivi les opérations du Concours, non seulement avec l'attention qu'y devait apporter un Président de la Commission chargée de recueillir les résultats à publier et avec l'intérêt d'un membre de la Commission chargée de la rédaction du projet de règlement, pour la France entière, de la circulation des voitures automobiles, mais aussi avec l'émotion de quelqu'un qui avait cru devoir prendre envers la Préfecture de Police la responsabilité des accidents que pourrait occasionner la circulation, à grande allure, dans toutes les rues de Paris, de 14 voitures automobiles.

Voici pourquoi :

Le Concours a eu lieu au moment où l'opinion publique était surexcitée contre les automobiles par l'incident Hugues Le Roux (1).

Devions-nous nous incliner et accepter la vitesse maximum de 12 kilomètres? C'était l'échec certain de nos justes revendications.

Devions-nous, au contraire, après nous être assuré de la puissance des moyens de freinage des voitures et de la prudente habileté des conducteurs, affronter la responsabilité des incidents possibles, avec une vitesse moyenne de 15 kilom. et maximum de 20 kilomètres?

C'est à ce dernier parti que nous nous sommes arrêté, convaincu par les arguments développés par M. le comte de Chasseloup-Laubat, délégué de l'Automobile-Club de France, devant la Commission du règlement pour la France entière de la circulation des automobiles, arguments qui, appuyés de la haute autorité technique et administrative de M. Michel Lévy, avaient décidé cette Commission à proposer d'accepter

(1) Ce publiciste, cheminant en lisant ou en réfléchissant, avait été brusquement arraché à ses pensées par le bruit strident qu'un conducteur d'automobile, peut-être narquois, avait tiré de sa trompe en le dépassant à toute vitesse. Il avait, *ab irato*, dans un journal à grand tirage, prévenu le Préfet de Police qu'il userait de son revolver contre le premier automobiliste qui lui paraîtrait constituer un danger pour lui ou autrui.

Digitized by Google

les vitesses de 30 kilom. en rase campagne et 20 kilom. dans les villes.

Non content d'avoir sollicité et obtenu de M. le Préfet de Police les vitesses nécessaires au bon fonctionnement rationnel des voitures de place automobiles, nous avons profité des nombreuses courses que nous avions à faire en voiture automobile à essence (fig. 43), à travers Paris, pendant les neuf jours du Concours, pour nous rendre compte, *in anima vili*, des conséquences d'une pareille allure.

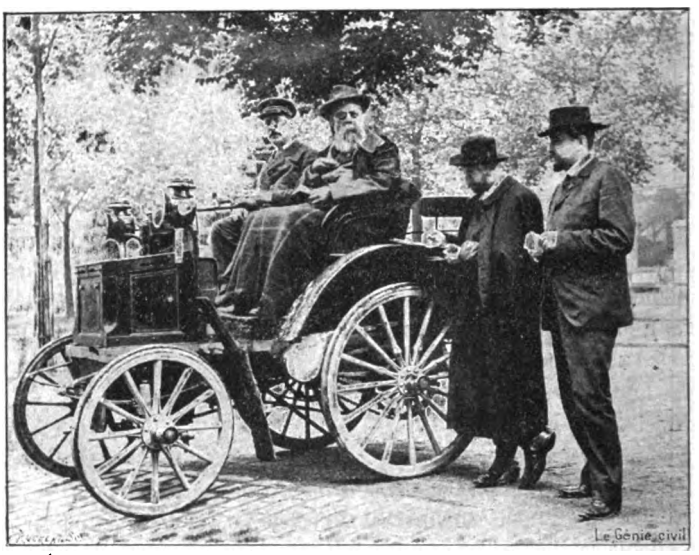



Fig. 43. — Voiture du Président du Jury, pendant le Concours des Fiacres.

Le résultat de cette expérience est entièrement conforme à celui du Concours.

Malgré notre vitesse de 18 kilom. à l'heure, nous avons rencontré des voitures de maître qui nous dépassaient dans les Champs-Élysées et sur les boulevards Haussmann et Malesherbes.

Tout en maintenant l'embrayage à 18 kilom. à l'heure, nous n'avons pu, sur les grands boulevards, à 1 heure et demie de l'après-midi, atteindre plus de 12 kilom. en moyenne, malgré la facilité que notre vitesse nous donnait de profiter d'un vide pour passer avant qu'il ne fût obstrué.

A cette allure, même avec les quelques dérapages occasionnés par des chaussées trop grasses, nous n'avons éprouvé et nous n'avons

Digitized by Google

occasionné aucun accident. En revanche, par certains jours trop humides, nous avons pu voir bien des pauvres chevaux de fiacre, impuissants à retenir des véhicules sans frein (1), glisser, littéralement assis, sur certaines parties en pente des boulevards.

Les observations que nous avons faites pendant le Concours nous ont donné une autre conviction.

L'horreur pour l'automobilisme manifestée par le public, vient uniquement *de l'impression nerveuse et désagréable que lui produit le bruit de la trompe imposée par le règlement*. Cette assertion peut paraître tellement paradoxale que nous aurions hésité à la formuler si nous ne croyions pouvoir la justifier facilement.

Pour le piéton, un pareil signal implique l'ordre de *se ranger au plus vite* soit pour laisser la voie libre à quelqu'un de pressé, soit pour se garer d'un autre véhicule dont le conducteur est impuissant à empêcher un accident.

L'ordre de laisser la voie libre, le piéton ne l'admet tout au plus que de la part d'un service public : la pompe à incendie ou un tramway ; et encore, dans ce dernier cas, ne l'accepte-t-il que parce qu'il sait n'avoir que bien peu à faire : s'écarter de la voie ferrée.

Au contraire, de tout autre, il n'entend recevoir aucun ordre.

Encore moins admet-il qu'il ait à se garer pour éviter un accident.

Quand un piéton traverse ou longe une chaussée ordinaire, il compte sur la Préfecture de Police, chargée de veiller à sa sécurité, pour imposer aux autres usagers de la voie publique des prescriptions telles que voitures, cyclistes et camionneurs ne l'atteindront pas. Au fond a-t-il bien tort?

Tout ce qu'on peut exiger de lui comme de tout autre usager de la voie publique, c'est qu'il suive, sans crochets imprévus, une direction bien nette et laisse le plus possible la place libre à sa gauche. Ceux qui le croisent ou le dépassent n'ont qu'à prendre leurs mesures *pour passer à sa gauche* (2), quitte à ralentir pour s'arrêter à temps si un obstacle imprévu leur ferme la route.

Pour ce faire, il doit prêter l'oreille aux bruits qui le renseignent sur l'approche de ce qui arrive derrière lui.

---

(1) Il est à noter, en effet, que les fiacres ne sont pourvus d'aucun moyen de freinage. Pourquoi ?

(2) D'ordinaire on formule la règle autrement : on dit qu'*on doit prendre sa droite* ; mais elle n'est alors applicable que pour le croisement d'une voiture venant en sens inverse. Il faut la modifier pour dépasser quelqu'un allant dans le même sens.



Digitized by Google

La clochette des chevaux des voitures à pneumatiques est excellente; son tintement périodique, assez faible pour ne pas être assourdissant, quelque nombreux que soient les véhicules astreints à s'en servir, suffisant pour indiquer par l'augmentation de son intensité l'approche du véhicule, doit servir de type à tous les signaux sonores à imposer aux usagers trop silencieux de la voie publique.

Un signal bruyant comme la trompe peut cependant, être utile, mais uniquement dans les cas exceptionnels où il est nécessaire non pas de prévenir un piéton ou une voiture qu'on aperçoit, mais, d'avertir aux abords d'une rue transversale, un piéton et surtout une voiture qui peut inopinément déboucher à grande vitesse dans une rue trop étroite. C'est là le vrai danger; aussi bien, du reste, pour les voitures ordinaires que pour les automobiles.

Dans une voie large comme les Champs-Élysées, le boulevard Saint-Germain ou l'avenue de l'Opéra, nous le répétons, l'automobile à grande allure ne présente pas autant de chance d'accident qu'une voiture de maître, toutes choses égales d'ailleurs en ce qui concerne la prudence et l'habileté de leurs conducteurs respectifs.

Nous admettrons donc que la voiture automobile devra et pourra être autorisée à avoir les cinq vitesses indiquées ci-dessus.

***

Il nous reste encore, pour résumer les résultats du Concours du mois de juin, à indiquer les autres conditions que la voiture de place automobile devra réaliser pour le prochain Concours.

Tout d'abord, le plus grand inconvénient d'une grande vitesse pour la voiture automobile, de place ou de maître, est le dérapage poussé jusqu'au tête-à-queue les jours où le gras de certaines chaussées diminue par trop le coefficient de frottement de glissement.

Pendant le Concours, le fiacre n° 13 a évité les dérapages si fréquents même pour les voitures à traction animale dont une des roues arrière vient en contact avec les rails d'un tramway. Profitant de sa largeur de voie et de la grosseur de ses pneus de 90$^{mm}$, il roulait sur les deux rails comme le montre la figure 44 ci-contre.

Pour se mettre à l'abri de cet inconvénient des plus graves, deux des concurrents ont présenté des voitures avec avant-train moteur directeur.

Certes, leurs dérapages ont été moins accentués que pour les autres voitures; cependant, un des véhicules à avant-train moteur directeur a fait un tête-à-queue complet de 360°.

Digitized by Google

Outre que le freingalage des voitures à traction animale est un phénomène de même nature, bien qu'il n'atteigne jamais une pareille amplitude, rien ne permet d'espérer que le dérapage puisse être empêché par l'avant-train moteur.

De tels mouvements tiennent, en effet, à ce que, au moment où les roues de l'avant-train rencontrent une résistance qui ralentit leur mouvement en avant, les roues arrière, placées généralement plus ou moins obliquement par rapport aux premières, se trouvent sur un

Fig. 44. — Vue du fiacre n° 13 utilisant les rails d'un tramway.

terrain où le frottement de glissement est trop faible pour s'opposer à la translation de l'arrière-train.

Nous croyons que l'on n'aura quelque chance d'éviter ce phénomène dangereux qu'en augmentant le poids portant sur l'avant-train, en déchargeant d'autant l'arrière-train, de manière que la force vive des roues avant soit assez grande pour surmonter les résistances momentanées sans faire descendre leur vitesse sensiblement au-dessous de celle des roues arrière.

Digitized by Google

Dans ces conditions, les roues avant devant être de plus grand diamètre, faudra-t-il avoir les roues arrière directrices?

Cette disposition ne nous paraît pas pouvoir être adoptée pour des fiacres obligés de former aux stations une file serrée dont, avec les roues directrices à l'arrière, il leur serait peut-être assez difficile de sortir rapidement.

***

Ce que nous avons dit de l'avantage que les fiacres automobiles, autorisés à circuler à 20 kilom. à l'heure, auront de pouvoir se glisser comme une flèche dans un vide avant qu'il ne se referme, implique que le conducteur disposera d'un appareil de direction à action rapide. D'un autre côté, la vitesse toujours relativement faible qui sera autorisée, ne semble pas rendre absolument nécessaire que la main du conducteur soit mise à l'abri des secousses que lui imprimerait une barre de direction en relation trop immédiate avec les roues directrices comme si le véhicule était animé d'une vitesse de course ou même de 30 kilom. en rase campagne.

Cependant, ni les commissaires, ni les concurrents ne sont d'accord sur ce point. Les uns trouvent parfaite la barre franche agissant presque sans intermédiaire sur les roues directrices. Les autres préfèrent le volant, que de nombreuses réductions de déplacement relient aux bras des pivots directeurs.

Si la plupart des concurrents avaient adopté l'avant-train à pivots permettant à chaque roue directrice de se déplacer, un d'eux avait préféré l'avant-train mobile en entier autour d'une cheville ouvrière. Tenant compte de la propriété des moteurs électriques appliqués à chacune des roues motrices directrices, soit montés en série, soit même montés en parallèle, de pouvoir prendre des vitesses appropriées aux résistances ou aux directions de ces roues, quelques commissaires n'étaient pas éloignés de penser que le dispositif de l'avant-train mobile pourrait être avantageusement substitué, pour les voitures Kriéger, à l'essieu à pivots. D'autres, tout en reconnaissant que, pour des changements de direction, l'avant-train mobile à moteur électrique distinct pour chaque roue pouvait peut-être présenter quelques avantages, repoussaient ce dispositif comme trop dangereux dans le cas d'un ralentissement brusque d'une des roues.

L'expérience semble donner raison à ces derniers.

Digitized by Google

En effet, la transmission du mouvement du volant à l'avant-train mobile se faisait par une vis à pas non réversible, pour mettre le conducteur à l'abri d'une secousse trop violente provenant de l'arrêt brusque d'une des roues par un obstacle inopiné comme une pierre plate ou un objet analogue; dans un des itinéraires, la vis s'est brisée et la direction a été faussée.

Les moyens d'assurer la rapidité et la sûreté de manœuvre de l'appareil de direction, conditions essentielles de l'automobilisme, ne constituent pas une question entièrement résolue. Les théoriciens peuvent encore y trouver matière à discussion comme les inventeurs occasion d'imaginer de nouveaux dispositifs.

***

La question du freinage est plus près d'être résolue.

Les concurrents semblent d'accord aujourd'hui sur l'absolue nécessité :

1° D'utiliser le moteur électrique pour obtenir un freinage graduel;

2° D'avoir pour le service normal un frein désembrayant au préalable le moteur et agissant sur la boîte du différentiel aussi bien en arrière qu'en avant;

3° De posséder le moyen de freiner directement les roues arrière dans le cas de rupture de la liaison du différentiel et des roues motrices à l'arrière.

***

Les bandages élastiques sont une nécessité de la voiture automobile. Doivent-ils être pleins ou pneumatiques ?

Les premiers coûtent peut-être moins cher d'entretien, mais on les accuse de moins s'opposer aux dérapages.

***

Les roues doivent-elles continuer à être construites en bois avec moyeu métallique ? Vaut-il mieux adopter des rais et des jantes métalliques ? Dans ce cas, les rais doivent-ils être tangents ou radiaux ?

Sur tous ces points, ni la théorie ni l'expérience ne permettent encore d'être affirmatif.

***

Avec le moteur électrique convient-il d'adopter le même mode de

Digitized by Google

transmission que sur les véhicules à moteur à vapeur ou à essence?

Le plus grand nombre des concurrents l'a pensé; un seul a franchement adopté une transmission directe.

Les résultats du Concours semblent donner raison aux premiers ou tout au moins à une des voitures électriques à transmission pareille à celle des voitures à essence. Sa consommation d'énergie spécifique par voiture-kilomètre a été notablement plus faible que celle de ses rivales. Cet avantage ne tiendrait-il pas, plutôt qu'au système de transmission, à une meilleure appropriation du moteur, voire même à une moindre résistance de l'air aux grandes vitesses?

***

Convient-il de profiter de la souplesse du moteur électrique pour se débarrasser de tous les ennuis des changements de vitesse mécaniques? La majorité des concurrents l'a pensé et se loue de ne plus avoir d'embrayages multiples. Cependant est-il bien certain que sur les déclivités exceptionnelles, on n'aurait pas intérêt pour obtenir un meilleur rendement électrique à pouvoir réduire la vitesse du véhicule sans diminuer par trop la vitesse angulaire du moteur.

***

Dans toutes les voitures du Concours, l'axe de l'induit était parallèle aux essieux. Cette disposition permet de conserver entre ceux-ci et les axes des pignons de commande une constante d'intervalle avantageuse aux transmissions.

Toutefois, on peut se demander si, avec les trépidations que les aspérités des chaussées ordinaires impriment à l'induit, trépidations toujours plus violentes malgré les pneus que celles résultant du roulement sur les rails, il n'y aurait pas avantage à adopter, pour le moteur électrique des voitures de place automobiles, une position normale aux essieux comme on l'a fait pour certains moteurs de tramways électriques en vue de diminuer les à-coups résultant de l'inertie de l'induit.

En tout cas, quelle que soit sa position, le moteur de la voiture de place semble devoir être rapidement amovible afin qu'en cas d'accident on puisse le remplacer par un moteur identique et le porter à l'atelier, au lieu d'avoir à effectuer sur place des réparations de fortune.

Digitized by Google

***

Pour les accumulateurs, qui étaient du type Fulmen, l'expérience du Concours a montré qu'il fallait, de toute nécessité, renoncer aux bacs en celluloïd, trop susceptibles de se carboniser en émettant des fumées asphyxiantes au contact du plomb des connexions fondu par les courts circuits, ou même sous des influences bien obscures.

Il paraît bien nettement établi que les éléments de chaque batterie d'accumulateurs doivent être renfermés dans une caisse qui, placée dans une partie de la voiture facilement accessible, sera économiquement amovible, tant pour faciliter le lavage de toutes les parties extérieures de la caisse que pour permettre la surveillance facile de la charge des accumulateurs et la production économique de l'énergie électrique.

Au Concours, dans certaine voiture, on avait obtenu le même résultat en suspendant les caisses d'accumulateurs sous le véhicule au moyen de ressorts et de chaines.

Rien en apparence ne paraît plus commode pour enlever et remettre les accumulateurs; certains cependant préfèrent les caisses déplaçables par translation horizontale sur des quais de charge auxquels on accostera les voitures. Les partisans des quais de charge appréhendent, pour les accumulateurs à oxyde rapporté, les chocs à peu près inévitables avec des déplacements verticaux par chaînes.

***

Si, pour aucun des organes des voitures automobiles, les constatations du Concours ne permettent de formuler des conclusions précises, à plus forte raison en est-il de même pour la question, capitale cependant, de l'entretien et de la durée des accumulateurs à grande capacité spécifique : un seul type a figuré sur les voitures qui ont accompli toutes les épreuves du Concours; d'un autre côté, les essais n'ont pas pu durer assez longtemps pour permettre d'apprécier l'influence des causes de désagrégation des pastilles d'oxyde rapporté.

Pour pouvoir faire des essais assez prolongés pour fournir à ce sujet des renseignements suffisants, il faut renoncer à étudier les accumulateurs en service sur des voitures, et se résigner à les essayer dans un laboratoire. A condition, du reste, de les soumettre aux mêmes variations de régime de décharge que celles constatées pendant le Concours, les résultats de ces essais semblent pouvoir être suffisamment comparables à ceux de la pratique.

Digitized by Google

Dans ces conditions, le *Concours international d'accumulateurs* que la Commission de l'Automobile-Club a décidé d'organiser, paraîtrait devoir se faire assez facilement dans les conditions suivantes :

Chaque constructeur présenterait un nombre déterminé d'*éléments* d'une même capacité.

Un appareil automatique établi de manière à répéter exactement les variations de différences de potentiel et d'intensité relevées pendant le Concours, comme résultant du service de voiture de place dans Paris, soumettrait chaque jour pendant cinq heures les éléments de tous les concurrents aux mêmes variations du régime de décharge et de récupération.

Les concurrents assisteraient à ces essais effectués, sous la direction d'une Commission de l'Automobile-Club, par des Ingénieurs électriciens compétents pour effectuer toutes les vérifications et mesures nécessaires.

La charge des divers éléments serait effectuée par les soins des concurrents ou de leurs représentants dûment accrédités sous la surveillance des Ingénieurs électriciens de la Commission chargés de constater tous les incidents utiles à connaître.

Le Concours ainsi réduit au strict nécessaire pourra probablement sans trop grandes sujétions ni dépenses, durer aussi longtemps qu'il le faudra pour mettre hors de service les plaques positives des accumulateurs.

Évidemment ce programme sommaire est celui d'un concours purement industriel ; mais tel a été et paraît devoir être le caractère des concours institués par l'Automobile-Club de France.

D'ailleurs, cet avant-projet de programme n'est donné ici qu'à titre d'indication, dans le but de susciter les observations et propositions des futurs concurrents et commissaires.

Paris, le 1er juillet 1898.

*Le Président de la Commission,*
*Rapporteur du Jury,*
G. FORESTIER.

---

Ce Rapport a été adopté à l'unanimité des voix des neuf membres du JURY du Concours présents à la lecture, moins celle de M. Hospitalier.

Il a été communiqué par M. G. FORESTIER à la **Société des Ingénieurs civils de France**, dans la séance de cette Société du 1er juillet 1898.

Le texte et les gravures nous ont été gracieusement prêtés par le **Génie Civil**.

Digitized by Google

SUR LA

# FORME DES CARÈNES

## et les variations

## du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux [1]

PAR

M. F. CHAUDY

Je rappellerai que dans ma note sur la résistance des bateaux à la traction (2) — note que le lecteur voudra bien se remettre sous les yeux — j'ai exposé une théorie de cette résistance dont quelques-uns de nos collègues se sont occupés, en apportant ici cette critique que le niveau de l'eau ne s'abaissait pas à l'arrière du bateau, mais s'élevait au contraire lorsque celui-ci avançait.

Il m'a semblé nécessaire de revenir sur la question dans une nouvelle note, afin de préciser ce point spécial du relèvement du niveau de l'eau à l'arrière, de montrer que ce relèvement constitue un remous qu'on doit chercher à supprimer comme les remous d'une autre nature et, surtout, de faire mieux ressortir la conclusion suivante qui ne se dégage de ma première étude qu'implicitement : *les bateaux qui, en s'avançant, soulèvent le niveau de l'eau du côté de la poupe, sont des bateaux à carène de forme insuffisamment fine à l'arrière pour la vitesse maximum à laquelle on les fait marcher.*

Dans ma formule du travail résistant, je ne tiens pas compte des remous, ce qui ne signifie pas qu'il faut absolument laisser ceux-ci de côté et ne pas chercher à les apprécier. Mais cette évaluation du travail perdu par suite des remous sera expérimentale complètement.

En ce qui concerne les bateaux rouleurs, il est évident que si, dans les expériences qui ont été faites, l'eau s'élevait à l'arrière des roues, c'est que celles-ci tournaient plus vite qu'il ne con-

(1) Voir la discussion de cette communication dans le procès-verbal de la séance du 18 novembre 1898, pages 187 et suivantes du *Bulletin*.

(2) Voir le Bulletin de juin 1898.

Digitized by Google

venait. J'ai montré d'ailleurs que les bateaux rouleurs ne pourront donner de bons résultats que lorsqu'ils voudront lutter seulement avec les chalands, c'est-à-dire avec des bateaux à marche peu accentuée. Dans ces conditions, les roues tourneront à une faible vitesse et il n'y aura pas, certainement, cette surélévation du niveau de l'eau à l'arrière dont je parle plus haut.

Je ne dirai qu'un mot, car il n'en faut pas davantage, de la différence qui existe entre ma formule du travail des pressions et les formules actuellement en usage pour évaluer seulement ce travail. Ces dernières donnent le *même travail* pour deux bateaux de même surface transversale immergée et de même vitesse, mais de *tirants d'eau différents*. Ma formule, au contraire, montre l'influence de ce tirant d'eau, et c'est ce que je regarde comme un progrès, car il est certain que les travaux ne peuvent être les mêmes lorsque les tirants d'eau ne sont pas égaux.

## De la condition à remplir pour que le soulèvement de l'eau à l'arrière ne se produise pas.

On comprend facilement que toute élévation d'eau, quelle qu'elle soit, produite à l'arrière par une carène de navire représente une perte de travail. En y regardant de près, on se rendra compte que le travail nécessaire pour élever l'eau au-dessus du plan de flottaison est récupéré en partie par ce fait que les pressions exercées par le liquide sur l'arrière sont augmentées. La récupération n'est pas totale, et c'est pour cela qu'il est nécessaire de prendre une disposition propre à supprimer tout renflement d'eau du côté de la poupe.

Déjà, pour diminuer certains remous, on doit, passant à la pratique, arrondir les parties A, B, C, D, du bateau théorique qui m'a servi à établir la formule du travail résistant *(fig. 1)*. Je n'ai pas besoin d'insister sur ces choses, tant elles sont élémentaires.

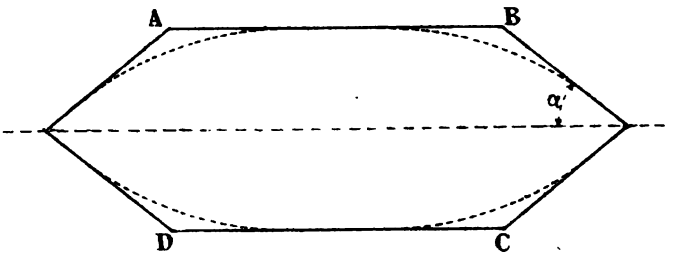
Ce sera, d'autre part, en donnant à l'angle $\alpha$ de poupe une valeur convenable, d'autant plus faible que la vitesse maximum à laquelle on fera marcher le bateau sera plus grande, qu'on évitera la surélévation de l'eau à l'arrière, ainsi que je vais le montrer.

Le phénomène qui se produit dans la marche en avant d'un bateau remorqué consiste dans le passage d'un volume d'eau $\lambda hv$

Digitized by Google

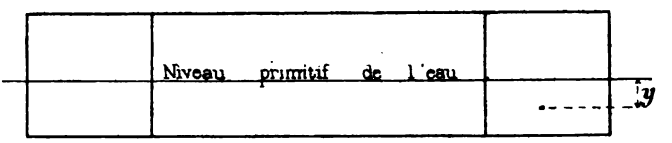
par seconde, de l'avant à l'arrière. Pour que le niveau de l'eau ne s'élève pas du côté de la poupe, il faut et il suffit que le liquide,

Fig. 1. Plan




soumis de ce côté, en un point quelconque, à une charge d'eau $y$ *(fig. 2)* et à une contrepression $y'$ représentant la réaction de la

Fig. 2. Elévation




paroi solide, s'écoule sous l'effort $y - y'$ de manière à produire un débit par seconde égal à $\lambda hv$. J'ai montré que $y'$ avait pour expression :

$$y' = \frac{(\sqrt{2gy} - v \sin \alpha)^2}{2g}.$$

La vitesse d'écoulement de l'eau, normalement aux parois de poupe, est donc représentée, en un point quelconque, par :

$$\sqrt{2g(y - y')} = \sqrt{2v \sin \alpha \sqrt{2gy} - v^2 \sin^2 \alpha}.$$

Le débit à l'arrière, dans l'hypothèse, bien entendu, que le niveau primitif de l'eau ne s'élève pas, mais s'abaisse de $a$ comme je l'ai montré, est donc :

$$\int_h^a \frac{\lambda}{\sin \alpha} \sqrt{2v \sin \alpha \sqrt{2gy} - v^2 \sin^2 \alpha}.dy.$$

Digitized by Google

Par suite, la condition à remplir pour que le niveau de l'eau à l'arrière du bateau ne s'élève pas est celle-ci :

$$\int_h^a \frac{\lambda}{\sin \alpha} \sqrt{2v \sin \alpha \sqrt{2gy} - v^2 \sin^2 \alpha}.dy \geqslant \lambda h v,$$

ou bien : $$\int_h^a \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{2 \sin \alpha \sqrt{2gy} - v \sin^2 \alpha}.dy \geqslant h \sqrt{v}.$$

Supposons qu'on donne pour $v$ une certaine valeur $v_1$ qu'on ne dépassera pas. C'est l'égalité :

$$\int_h^a \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{2 \sin \alpha \sqrt{2gy} - v_1 \sin^2 \alpha}.dy = h \sqrt{v_1}, \qquad [1]$$

qui déterminera la valeur à donner à l'angle $\alpha$ de poupe.

Pour toutes les valeurs de $v$ inférieures à $v_1$, l'angle $\alpha$ restant constant, puisque le bateau, une fois construit, ne change pas de forme, le premier membre de cette égalité augmentera, car chacun des termes de la somme que ce premier membre représente va en augmentant, et on peut sensiblement regarder le nombre des termes de cette somme comme constant ; cela revient à regarder la surface mouillée de poupe comme constante, c'est-à-dire à négliger, à côté de $h$, les variations de $a$ lorsque $v$ varie. Le second membre de l'égalité, au contraire, va en diminuant avec $v$. Dans ces conditions, pour $v < v_1$, on a :

$$\int_h^a \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{2 \sin \alpha \sqrt{2gy} - v \sin^2 \alpha}.dy > h \sqrt{v},$$

et on peut être certain que le niveau primitif de l'eau ne s'élèvera pas lorsque la vitesse du bateau $v$ sera inférieure ou égale à $v_1$.

D'ailleurs, pour toutes ces valeurs de $v$, le travail sera plus petit que celui qui correspond à la vitesse $v_1$. Or, c'est le travail résistant le plus grand qu'il importe seul de connaître. C'est donc dans l'hypothèse de l'égalité [1], c'est-à-dire dans l'hypothèse de ma théorie parue dans le Bulletin de juin qu'il faut calculer le travail.

Lorsqu'on pousse la vitesse au delà de $v_1$, le signe d'inégalité change de sens. L'écoulement à l'arrière ne peut plus alors correspondre à l'évacuation produite à l'avant que si $y - y'$ augmente, c'est-à-dire si $y$ augmente, c'est-à-dire encore si le niveau primitif de l'eau s'élève d'une certaine quantité $s$, de telle sorte que $y$ se change en $y + s$. Cette surélévation à l'arrière est

Digitized by Google

mauvaise ; elle est anormale. Quelle que soit la vitesse maximum $v_1$ à laquelle on désire avancer, il existe un angle $\alpha$, donné par l'équation [1] qui annule complètement $s$. Une théorie rationnelle de la résistance d'un navire à l'avancement, ne doit donc pas supposer que l'eau s'élève à l'arrière. La condition à remplir pour que $s$ soit nul peut s'écrire :

$$\int_h^a \sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin \alpha} - v}.dy \geqslant h\sqrt{v}. \qquad [2]$$

Sous cette forme, on voit bien que plus on désire donner à $v$ (vitesse maximum de marche) une grande valeur, plus il est nécessaire de donner à $\alpha$ une petite valeur.

*En résumé, je pose comme principe qu'une carène de forme normale ne doit pas soulever l'eau à l'arrière. Comme conséquence, une théorie normale de la résistance à l'avancement n'a pas à tenir compte d'une surélévation de ce genre.*

Remarque I. — Il n'est peut-être pas inutile que je montre comment on se rendra compte, dans la pratique, que l'inégalité [2] ci-dessus sera satisfaite. Pour cela, il suffit que je fasse une application numérique (1).

Prenons, par exemple :

$$v \text{ (vitesse maximum de marche)} = 10\ m.$$

On a, comme on sait déjà :

$$a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Nous nous donnerons, *à priori*, la valeur de l'angle $\alpha$ et nous procéderons à une vérification de cette valeur. Soit $\alpha = 15°$. Il résulte de là :

$$a = \frac{\overline{10^2} \times \overline{0{,}259^2}}{2 \times 9{,}81} = 0{,}34\ m.$$

Pour une dénivellation semblable, il faut un tirant d'eau proportionné que nous prendrons de 3,40 $m$, soit 10 $a$.

A l'arrière, la partie mouillée de poupe a une hauteur de 3,06 $m$ que nous divisons en un nombre de parties égales d'autant plus grand que nous voulons une approximation plus grande. Prenons dix divisions, par exemple. Pour ces divisions, en com-

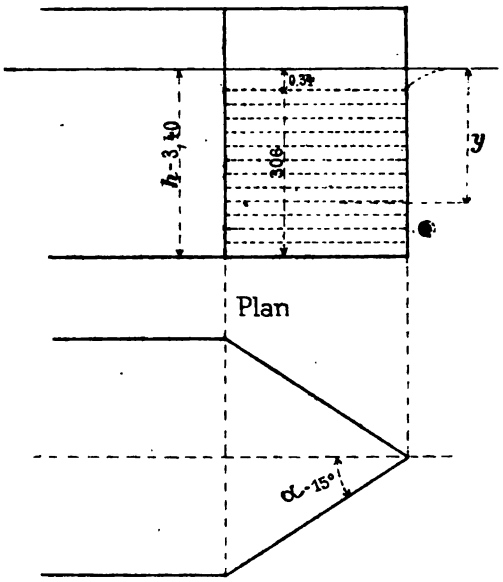
(1) L'application sera faite en pratique en vue de se rendre compte de la finesse qu'il faudra donner à la poupe du bateau projeté. Celui-ci, bien entendu, aura ses parois arrondies et non plus planes comme nous l'admettons pour simplifier la recherche des indications utiles au constructeur.

Digitized by Google

mençant par le bas, les valeurs de $y$ et de $\sqrt{y}$ sont respectivement :

| $y$ | $\sqrt{y}$ |
|---|---|
| 3,247 | 1,80 |
| 2,941 | 1,71 |
| 2,635 | 1,62 |
| 2,329 | 1,52 |
| 2,023 | 1,42 |
| 1,717 | 1,31 |
| 1,411 | 1,19 |
| 1,105 | 1,05 |
| 0,799 | 0,89 |
| 0,493 | 0,70 |

Fig. 3. Elévation de poupe




Le premier membre de l'inégalité [2] a pour valeur :

$$\Sigma\, 0{,}306\sqrt{34{,}2\sqrt{y} - v}.$$

On trouve ce résultat dans la troisième colonne du tableau ci-dessous :

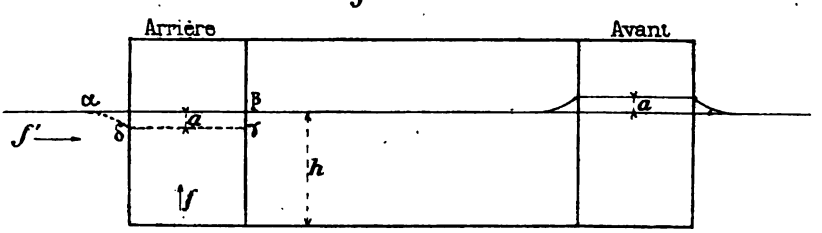
| $34{,}2\sqrt{y} - 10$ | $\sqrt{34{,}2\sqrt{y} - 10}$ | $0{,}306\sqrt{34{,}2\sqrt{y} - 10}$ |
|---|---|---|
| 51,56 | 7,18 | |
| 48,48 | 6,96 | |
| 45,40 | 6,74 | |
| 41,98 | 6,48 | |
| 38,56 | 6,21 | $0{,}306 \times 58{,}35$ |
| 34,80 | 5,90 | $= 17{,}85$ |
| 30,70 | 5,54 | |
| 25,91 | 5,09 | |
| 20,44 | 4,52 | |
| 13,94 | 3,73 | |
| | 58,35 | |

Digitized by Google

D'autre part, on a $h\sqrt{v} = 3{,}40 \times \sqrt{10} = 10{,}75$. La condition [2] est donc satisfaite, et on peut être assuré qu'il ne se produira aucun renflement d'eau à l'arrière. On pourrait même augmenter la valeur de $\alpha$ sans que cette condition [2] cesse d'être satisfaite. On voit ainsi qu'il convient de faire quelques tâtonnements avant d'arriver à une valeur de $\alpha$, telle que dans la condition [2] les deux membres n'aient pas des valeurs trop éloignées l'une de l'autre. Il est nécessaire, en effet, de ne pas aller trop au-dessous de la valeur qui convient à $\alpha$ pour empêcher tout renflement d'eau à l'arrière, car on sait que, plus les pointes d'un bateau sont fines, plus le frottement du liquide est grand, toutes choses égales d'ailleurs.

Remarque II. — Il ne faudrait pas croire que lorsque j'écris qu'il ne doit pas se produire de renflement d'eau à l'arrière, j'entends qu'on peut aller jusqu'à annuler $a$ du côté de la poupe. Si l'angle $\alpha$ était plus fort que celui qui satisfait à la condition [2] précédente, il pourrait être tel, cet angle, que $a$ soit nul à l'arrière *(fig. 4)*. Mais, dans ce cas, on aurait à l'avant une suréléva-

Fig. 4. Elévation




tion égale, non plus à $a$ seulement, mais à $2a$, et la résistance à l'avancement serait augmentée de ce fait, quoique à l'arrière il y ait pression sur toute la hauteur $h$.

Remarque III. — J'appelle toute l'attention du lecteur sur la dernière remarque suivante. Lorsque l'angle $\alpha$ satisfait à la condition [2] avec le signe d'égalité, le vide à l'arrière se produit réellement avec la profondeur $a$. Si l'angle $\alpha$ satisfait à la condition [2] avec le signe $>$, c'est que cet angle est plus petit qu'il ne conviendrait pour satisfaire à la même condition, mais avec le signe d'égalité. Dans ce cas, l'eau d'arrière, sous sa propre charge, s'écoule en produisant un débit snpérieur au volume d'eau déplacé par le bateau, c'est-à-dire supérieur à $\lambda hv$. Il arrive alors

Digitized by Google

que l'excès de débit vient combler plus ou moins le vide $a$ à l'arrière; l'eau en excès monte de bas en haut suivant la flèche $f$ *(fig. 4)*. Ce qu'il faut comprendre, c'est que cette eau, arrivant dans la partie $\alpha\beta\gamma\delta$ avec une vitesse dirigée de bas en haut, ne presse pas, dans cette partie, la paroi de poupe. Quoique le vide $a$ n'existe plus qu'en partie, il n'en est pas moins vrai qu'aucune pression ne se produit sur la poupe sur toute la partie $\alpha\beta\gamma\delta$.

Ce n'est pas du tout la même chose qui se produit lorsque — comme cela est supposé dans la remarque II ci-dessus — l'angle $\alpha$ ne remplit plus la condition [2] et fait changer le signe $>$ en signe $<$. Dans ce cas, en effet, l'eau vient combler plus ou moins l'espace $\alpha\beta\gamma\delta$ et même s'élève au-dessus de $\alpha\beta$, mais cette eau arrive, non plus dans le sens de la flèche $f$, mais dans le sens de la flèche $f^1$, ce qui fait qu'elle presse effectivement sur la poupe. L'eau arrive suivant la flèche $f^1$ parce qu'elle est poussée indirectement par l'avant du bateau, tandis que quand elle arrive suivant $f$, c'est seulement un effet de la pesanteur du liquide d'arrière.

## Résumé.

En résumé, il existe un angle de poupe, et un seul, qui est la racine de l'équation :

$$\int_h^a \sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin\alpha} - v} \, . \, dy = h\sqrt{v}.$$

Dans la pratique, c'est $v$ qui est la donnée du problème et c'est $\alpha$ qui est l'inconnue.

Soit $\alpha_1$ la racine de l'équation ci-dessus. Le bateau est supposé construit avec cet angle de poupe $\alpha_1$, correspondant à la vitesse maximum $v$. Trois cas peuvent se présenter :

1° Le bateau marche à sa vitesse maximum prévue $v$. Dans ce cas, il se produit à l'arrière une dénivellation $a$, comme il est indiqué dans ma théorie de la résistance des bateaux à la traction, et les deux termes principaux de cette résistance se calculent avec mes formules;

2° Le bateau marche à une vitesse inférieure à $v$. Dans ce cas, l'abaissement du niveau de l'eau à l'arrière, calculé avec ma formule :

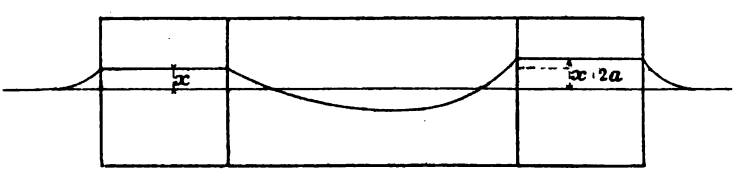
$$a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Digitized by Google

est plus fort que celui qui se produit en réalité. De même, les travaux de résistance à l'avancement, calculés avec mes formules, sont plus forts que ceux qui ont lieu réellement. On se trouve donc placé, en appliquant ma théorie, dans de bonnes conditions. On peut être d'autant plus tranquille que le calcul des résistances, dans le deuxième cas que nous considérons, n'est que secondaire; c'est, en effet, le calcul fait dans le premier cas qui donne les indications nécessaires sur la force maximum à employer pour faire avancer le bateau et c'est cette force maximum qu'il importe surtout de connaître;

3° Enfin, il peut arriver qu'on fasse avancer le bateau à une vitesse supérieure à $v$. Ce sera là une faute, car en agissant ainsi, on soulèvera l'eau à l'arrière du bateau et on augmentera, par conséquent, la résistance d'une façon absolument anormale. Ce qui se dégage de ma présente étude, c'est qu'à un angle de poupe déterminé correspond une vitesse maximum *normale* déterminée. Tout bateau marchant à une vitesse supérieure à cette vitesse maximum normale doit être regardé comme mal étudié, parce que sa poupe n'est pas suffisamment affinée et que ce manque de finesse produit à l'arrière le soulèvement de l'eau, c'est-à-dire a un effet nuisible. C'est dans ce cas, lorsque l'eau s'élève à l'arrière d'une certaine hauteur $x$, qu'elle s'élève à l'avant d'une hauteur $x + 2a$ et que, nécessairement, elle s'a-

Fig.5




baisse entre ces deux régions extrêmes *(fig. 5)*. Je répète que lorsque l'eau s'élève à l'arrière, cela tient à ce que la vitesse avec laquelle on fait avancer le bateau est trop forte, eu égard à la finesse insuffisante de la poupe. C'est cette élévation anormale qu'il faut chercher à supprimer et dont une théorie rationnelle n'a pas à s'occuper.



Digitized by Google

# A PROPOS DU CONGRÈS

SUR

# L'UNIFICATION DES FILETAGES

PAR

M. F. KREUTZBERGER

---

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESSIEURS,

Avant de vous entretenir du Congrès pour l'unification des filetages qui a eu lieu à Zurich du 2 au 4 octobre dernier et auquel j'ai assisté en qualité de délégué de notre Société, je dois exprimer à M. le Président et au Comité ma sincère gratitude pour la confiance particulière qui m'a été accordée en cette circonstance.

Le programme des communications étant, en effet, très chargé avant les dernières vacances, il a été impossible que je vous fisse connaitre les idées qu'il me semblait propre de soumettre à ce Congrès, de telle sorte que, ne pouvant me prévaloir de la qualité d'organe de votre opinion, j'ai dû, tout en me réservant un peu, avancer certaines opinions qui m'étaient seulement personnelles.

La thèse de l'utilité d'un système d'unification des filetages est considérée aujourd'hui comme un lieu commun. C'est sans doute à bon droit, car si chaque industrie peut avoir des besoins spéciaux et quelquefois difficiles à concilier avec la rigueur d'une loi unique, il est de tout point certain aussi, qu'une grande majorité de cas usuels peuvent se plier à une réglementation sévère, mais, d'autre part, féconde au point de vue de l'économie, de la précision et de la commodité.

Une question de cet intérêt devait avoir attiré l'attention de plus d'un Ingénieur et nous voyons, en effet, dès 1841, Whitworth proposer et faire admettre un système à peu près complet

Digitized by Google

d'unification, des plus en faveur encore aujourd'hui, et à juste titre.

Le but de l'éminent mécanicien fut de substituer aux filets triangulaires aigus alors en usage, cassants et peu maniables, difficiles à mesurer et à exécuter, un profil aux angles extérieurs et intérieurs arrondis, plus robuste et plus doux au toucher. S'il ne subsistait certaines incertitudes sur la fidélité des types et des tarauds mères, d'une reproduction délicate en vue de l'interchangeabilité, on se trouverait en présence d'une forme impeccable. Remanié et étendu depuis sa création, ce système est encore actuellement employé en Angleterre et fort apprécié dans le monde entier; il durera sans doute autant que la mesure duodécimale elle-même.

Sellers à Philadelphie, en 1864, reprit le problème et, conservant certains avantages de gradations de diamètres et pas établis par Whitworth, se délivra, par l'emploi de la troncature droite, des difficultés de construction inhérentes à la création de son confrère anglais. On peut dire aujourd'hui encore, que la forme Sellers : triangle équilatéral tronqué au sommet et au fond au huitième de sa hauteur, est la forme-type, la seule dont la mesure et l'exécution soient aisées et méthodiques. Ce sont là des qualités nécessaires à un système d'unification qui doit réaliser l'interchangeabilité.

C'est cette forme qui devint la base du système français, étudié par le Comité des Arts mécaniques de la Société d'encouragement et particulièrement par M. Sauvage. Édicté en 1894, il fut adopté par la Marine, partiellement par la Guerre, par les administrations des chemins de fer et bon nombre d'établissements importants.

Ce n'était pas la première tentative d'unification qui ait été faite en France : Armengaud aîné (le père), Ducommun et Steinlen, Denis Poulot, Polonceau, etc., présentèrent des projets différents, M. Casalonga fit en 1878, au Congrès du Génie civil, une importante communication sur ce sujet et le traita de la manière la plus large.

Les systèmes ne nous manquaient donc pas, mais quelque chose devait manquer à chacun d'eux puisque aucun n'a pu s'imposer comme il advint pour ceux de Whitworth et Sellers.

Il ne faudrait pas croire cependant qu'un système soit absolument bon parce qu'il satisfait à certains principes fixés *a priori* ou consacrés par le succès. Nous avons vu, par exemple, qu'on re-

Digitized by Google

proche à Whitworth certaines difficultés de construction qui ont été éludées par Sellers, il est vrai — mais seulement au prix de l'emploi des troncatures droites qui donnent lieu à des angles vifs s'usant plus rapidement que les arrondis de Whitworth.

Pour la gradation des diamètres et des pas, la vérité est encore plus difficile à dégager. On est d'accord que les systèmes anglais et américain initial sont imparfaits à ce point de vue. Nous voyons, d'autre part, la Société d'Encouragement faire différents essais et les remanier avant d'arriver au système actuel, quoiqu'elle ait eu, pour se guider, les nombreux exemples des tentatives précédentes.

A mesure que l'on avance dans l'étude de cette entreprise nécessaire et délicate, il semble, en effet, que les prescriptions absolues deviennent trop rigides pour s'appliquer à l'extrême variété des besoins et des circonstances pratiques.

Un exemple fera mieux saisir ma pensée.

Après l'adoption du système Sellers par les Américains, en 1864, on établit le Standard American Screw Thread (c'est-à-dire les mesures *Étalon*) ; il comptait, entre les limites de 1/4 à 3", 22 diamètres auxquels étaient attribués 17 pas différents. Aujourd'hui on emploie, entre ces mêmes limites, 31 diamètres auxquels sont affectés 54 pas. La vis de 1/4" ou 6,35 *mm* qui, dans l'origine, était construite seulement au pas unique de 1/20", se fait aujourd'hui avec quatre pas différents : 1/18", 1/20", 1/22" et 1/24" en mesures métriques au pas de 1,41 *mm*, 1,27, 1,15 et 1,06. C'est ainsi que les uns ayant trouvé plus simple de réduire le nombre de pas au minimum, en appliquant chacun d'eux à plusieurs diamètres, leurs successeurs ont dû renverser les termes du principe et doter quantité de diamètres de plusieurs pas. Et ceci n'est pas une opinion ni une théorie, c'est un résultat naturel de la force des choses, c'est un fait — dont il faut savoir tenir compte dans l'établissement d'un nouveau système — surtout d'un système international. Une raison de ce changement si radical que tous les constructeurs admettront sans peine, est la diversité des matières à travailler : il est clair que, pour les faibles diamètres, la fonte exige d'autres filetages que l'acier. Ceci est un simple exemple des exigences auxquelles il s'agit de satisfaire. A mon avis, le meilleur système serait celui qui convint pleinement à la moyenne des besoins actuels connus, tout en prévoyant des écarts réglementés et s'adaptant aux cas spéciaux. J'en parlerai plus loin.

Digitized by Google

Si je n'ai pas hésité, Messieurs, à vous exposer tout d'abord quelques idées d'ensemble sur mon sujet avant d'y pénétrer plus à fond, c'est que j'ai pensé qu'elles étaient utiles pour en préciser certaines parties un peu sujettes à controverses.

* * *

Vous savez déjà, Messieurs, qu'à côté de la Société d'Encouragement, l'Union Suisse des Industriels mécaniciens a poursuivi la même tâche qu'elle. Néanmoins, l'heureuse situation que ce pays occupe au milieu de ses voisins a permis à l'initiative des membres de cette Société des desseins plus larges, et elle a pu convier tous les intéressés, nationaux et étrangers, dans le but de discuter et de définir un système international d'unification des filetages.

Dans une réunion préparatoire à laquelle assistaient, outre les délégués des différentes Sociétés suisses, les délégués des Ingénieurs allemands et ceux de la Société d'Encouragement, on détermina le programme de discussion suivant :

*a)* Profil de filetage (angle, troncature, arrondi);

*b)* Gradation des diamètres et pas;

*c)* Manière de mesurer le diamètre (idéal ou réel);

*d)* Ouverture des clefs.

Néanmoins, au Congrès lui-même, cet ordre ne fut pas suivi textuellement et, à vrai dire, il n'y eut pas discussion complète par paragraphe, mais seulement discussion générale à laquelle prirent part quelques représentants des diverses Sociétés. Je ne suis pas en mesure de vous faire un compte rendu exact des travaux de ce Congrès qui furent plutôt l'œuvre du Comité d'action suisse et d'une Commission désignée pendant le Congrès pour élaborer les détails.

Je porterai donc seulement à votre connaissance les résolutions qui ont été prises à l'unanimité.

## Résolutions du Congrès.

« Le Congrès a entrepris la tâche d'unifier les filetages des vis mécaniques; il recommande à tous ceux qui veulent adopter un

Digitized by Google

système de filetage à base métrique de se servir du système qu'il propose.

» Ce système est celui qui est établi par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, avec les modifications qui suivent, adoptées par le Congrès :

» 1° Le jeu, au fond des sommets creux, ne doit pas dépasser le seizième de la hauteur du triangle primitif. La forme de l'approfondissement qui en résulte est laissée à l'appréciation des constructeurs. Le Congrès recommande, toutefois, d'adopter un profil arrondi pour cet approfondissement;

» 2° La série des vis envisagées s'étend du diamètre de 6 *mm* à celui de 80 *mm;*

» 3° Le tableau des diamètres normaux admis est celui qui a été proposé par le Comité d'action Suisse (1); on y remarquera spécialement que le pas de 1,25 *mm* est adopté pour le diamètre de 8 *mm*, et le pas de 1,75 *mm* pour le diamètre de 12 *mm*.

» Entre les diamètres normaux indiqués au tableau, on peut intercaler, par exception, d'autres diamètres; le pas reste alors celui de la vis normale de diamètre immédiatement inférieur.

» Les règles, adoptées à l'unanimité des membres du Congrès, seront rédigées par les soins de l'Union Suisse des Industriels mécaniciens, de l'Association des Ingénieurs allemands et de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

» Le système sera désigné sous le nom de *Système international* (S. I.).

» La question des ouvertures de clefs sera l'objet d'études qui seront soumises à l'Union des Industriels suisses.

» Le Congrès adresse ses remerciements à tous ceux qui se sont occupés de la question, et tout spécialement à l'Union Suisse des Industriels et à son Comité d'action. »

## Tableau du filetage proposé par le Comité d'action Suisse.

Angle du filet : 60°. Troncature : 1/8.

L'angle rentrant du boulon et de l'écrou sera arrondi au moyen d'un arc de 60° (2).

(1) Ce tableau est donné ci-après.

(2) Il est bon de remarquer que cette proposition de définir avec précision le profil de l'approfondissement des sommets creux n'a pas été adoptée.

Digitized by Google

| Diamètre. — Millimètres. | Pas — Millimètres. | Diamètre. — Millimètres. | Pas. — Millimètres. |
|---|---|---|---|
| 6. . . . . | 1,0 | 33. . . . . | 3,5 |
| 7. . . . . | » | 36. . . . . | 4,0 |
| 8. . . . . | 1,25 | 39. . . . . | » |
| 9. . . . . | » | 42. . . . . | 4,5 |
| 10. . . . . | 1,5 | 45. . . . . | » |
| 11. . . . . | » | 48. . . . . | 5,0 |
| 12. . . . . | 1,75 | 52. . . . . | » |
| 14. . . . . | 2,0 | 56. . . . . | 5,5 |
| 16. . . . . | » | 60. . . . . | » |
| 18. . . . . | 2,5 | 64. . . . . | 6,0 |
| 20. . . . . | » | 68. . . . . | » |
| 22. . . . . | » | 72. . . . . | 6,5 |
| 24. . . . . | 3,0 | 76. . . . . | » |
| 27. . . . . | » | 80. . . . . | 7,0 |
| 30. . . . . | 3,5 | | |

Les résolutions prises par le Congrès ne font pas mention du paragraphe C du programme : « Manière de mesurer les diamètres (idéal ou réel). » Je laisserai donc l'idéal de côté et me tiendrai un peu plus au réel.

Ce sont ces résolutions que je désire examiner devant vous, dans leur essence et dans leurs conséquences pratiques. Nous allons commencer par ce qui a rapport à la forme du filet.

Il est un principe absolu en constructions mécaniques, c'est que la forme d'une pièce soit parfaitement définie, ainsi que ses dimensions. La fixation des tolérances de fabrication et celle des jeux de fonctionnement, qui permettent de légères variations, ne sont pas contradictoires avec ce principe, elles exigent, au contraire, des éléments géométriques parfaitement définis pour y pouvoir être appliquées sûrement. Quant à la valeur absolue de ces tolérances et de ces jeux, elle dépend de mille circonstances étrangères qui souvent varient et qui doivent être jugées sainement suivant les cas. On considère généralement les trois formes d'ajustages suivantes :

Frottement libre ;
Frottement doux ;
Frottement dur.

Les filetages s'exécutent, généralement, entre le frottement libre et le frottement doux, on a rarement recours au frottement

Digitized by Google

dur. Mais toujours, jusqu'en ces derniers temps, on avait jugé, en vue de la juxtaposition des formes, que le jeu et la tolérance devaient rester constants pour toutes parties du filetage. Ainsi ont fait Whitworth et Sellers et même la Société d'Encouragement dans ses premières études. Ce n'est que récemment qu'il a été convenu que le fond du filet devait être arrondi, tant pour la vis que pour l'écrou, de telle sorte que le profil théorique restât une limite supérieure pour le mâle et inférieure pour la femelle.

La raison invoquée à l'appui de cette modification, et qui l'a fait prévaloir au Congrès de Zurich, est la moindre usure des outils finisseurs, garantie de l'interchangeabilité.

En principe, cela n'est pas à contester, à cause de leur pointe arrondie, mais quelles seront les conséquences *économiques* de cette usure? elles se réduisent à peu de chose en vérité : un taraud finisseur, usé au point d'atteindre la tolérance, ne sera pas mis en rebut pour cela : réaffûté, il servira à faire la seconde passe, puis la première. En admettant donc qu'il faille renouveler un peu plus souvent les tarauds finisseurs, l'organisation de l'outillage seule sera un peu différente sur ce point très spécial, mais la dépense n'en sera pas sensiblement affectée, ce qui serait facile à prouver.

Il est bon aussi de remarquer que l'usure des tarauds dépend, plutôt que de leur profil, d'un certain nombre de conditions accessoires et cependant très importantes. On observe, en effet, que des tarauds faisant le même travail chauffent ou restent froids suivant les cas. Certains tarauds, surtout ceux employés au tarautage des trous borgnes, cassent à la pointe et sont souvent mis au rebut pour cette cause et non pas pour usure et perte de forme ou de dimension.

Il nous paraît donc, *a priori*, dangereux de manquer gravement à un principe toujours suivi jusqu'à présent par les maîtres, et parfaitement juste, pour rechercher un avantage plus que problématique.

Examinons maintenant la question à d'autres points de vue.

1° L'arrondi en excès, au fond de la vis, constitue pour celle-ci un réel affaiblissement. Ainsi la diminution sera pour :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vis de. . . | 6 *mm* | Pas. . | 1 *mm* | de 0,216 *mm* |
| — . . | 14 | —. . | 2 | 0,432 |
| — . . | 24 | —. . | 3 | 0,649 |

et ainsi de suite;

Digitized by Google

2° Le jeu latéral ou l'amplitude du déplacement possible de la vis perpendiculairement à l'axe du filetage deviendra le double du jeu propre de l'ajustage;

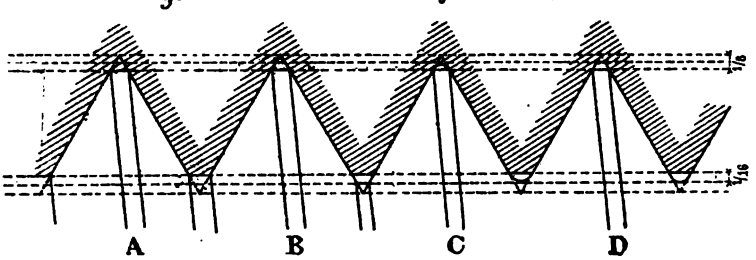
3° Les tarauds ordinaires et les vis ne sont plus comparables, ni en forme ni en dimension, puisque les uns ont l'arrondi au sommet extérieur du filet et les autres au fond. Ces comparaisons, effectuées avant la mise en service d'un outil sont de pratique constante et sont de la plus haute importance pour la garantie du service qu'ils doivent faire;

4° Il faudra deux sortes de tarauds mères et deux sortes de peignes, les uns pour arrondis au sommet, les autres pour arrondis au fond. Enfin, le taraud pour filière fermée aura une troncature à la pointe, tandis que le taraud ordinaire sera arrondi.

Bref, toutes les bases courantes de formes, de mesures et des vérifications de l'industrie des filetages sont absolument modifiées. A tous ces inconvénients, néanmoins, on peut porter remède, en s'attachant à une réglementation rigoureuse des opérations, à une complication des tableaux de construction et en consentant à un inévitable surcroît et à une coûteuse complication dans l'outillage.

Aussi bien, Messieurs, le véritable danger n'est-il pas là; il réside dans la détermination *a priori*, soit exacte, soit facultative,

Fig. 1. Exécutions facultatives du Système international




A Troncature droite Sellers au 1/8 avec juxtaposition parfaite
B Troncatures droites au 1/8 et au 1/16 avec jeu de 1/16
C Arrondi minimum avec raccordement au 1/8
D Arrondi maximum tangent à la troncature au 1/16

des arrondis : si on les veut exactes, de très grandes difficultés de constructions se présentent, ce sont les mêmes dont Sellers a su s'affranchir en 1864 sur Whitworth; si on les laisse facultatifs, il en résultera une incertitude très grave dans la confection de l'outillage des tarauds et des filières, et l'interchangeabilité pourrait devenir douteuse.

Digitized by Google

Le Congrès, comme vous avez vu, s'est décidé pour l'arrondi facultatif plus ou moins prononcé ; nous allons donc seulement examiner ce cas.

Dans un tel système de filetage, il y a pour le mâle et la femelle deux profils distincts, le profil de la vis et celui du taraud, composés chacun d'un arrondi ayant une flèche au plus égale au 1/16 du pas et d'une troncature rectiligne, reliées par une droite inclinée à 60° représentant le flanc.

L'angle des deux flancs est relativement facile à produire avec un outil convenable et, par suite, donne, sous ce rapport, des garanties de constance dans la fabrication. Mais la fixation du point de contact de l'arc de courbe quelconque avec les flancs droits est pratiquement impossible. Il faut songer que ces arrondis sur les tarauds sont faits à l'aide d'outils au même profil, et que celui afférent à la vis de 6 *mm* de diamètre au pas de 1 *mm*, sera façonné avec une lime ronde de 14/100e de millimètre de diamètre. Pour la plus grosse vis du système, celle de 80 *mm*, au pas de 7 *mm*, l'arrondi demande une lime de 1 *mm* de diamètre environ; mais il ne faudrait pas croire que l'exiguïté même de ces dimensions permette une tolérance; les outils de premier établissement surtout doivent être aussi exacts que les moyens de mesures industriels permettent de le constater, car les tolérances devront être minimes pour assurer aux flancs, partie essentielle d'un filetage, l'exactitude nécessaire.

Un arrondi un peu trop petit produira, en effet, un filet gras, et un arrondi un peu trop grand, un filet maigre; il ne faut ni de l'un ni de l'autre.

Pour présenter la question d'une façon complète, j'ajouterai qu'à l'arrondi dont il vient d'être question et qui est spécialement recommandé, on peut, à volonté, substituer une troncature droite au 1/16 au plus, ce qui, tout en atténuant le grand danger de l'inconstance des formes, laisse subsister tous ceux que nous avons énumérés auparavant relatifs au jeu, à l'outillage double et à l'organisation du travail.

Je n'hésiterai donc pas à dire que cette proposition spéciale, avancée par l'Association des Ingénieurs allemands est, à mon avis, dangereuse, coûteuse, inutile, et devrait être rejetée.

* * *

Il ne faudrait pas croire, cependant, que l'opinion soit unanime sur ce point. Dans les milieux industriels au delà du Rhin,

Digitized by Google

l'Union des Constructeurs allemands, par l'organe très autorisé de M. Springmann, directeur et copropriétaire de la plus grande visserie d'Allemagne, à Hagen (Westphalie), occupant 1 200 ouvriers, condamne absolument ces arrondis au fond des filets, qu'il déclare impraticables, et demande textuellement au Congrès, dans une brochure publiée à cet effet, « de passer l'éponge là-dessus et de conserver la pratique forme française » (je traduis textuellement): *Also Schwamm drüber, und lassen Sie uns die durchaus praktischen französischen Vorschriften beibehalten.*

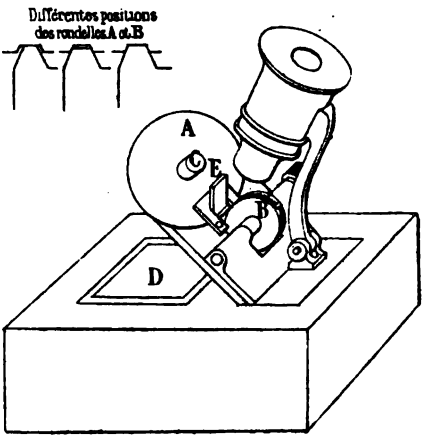
C'est-à-dire la troncature avec juxtaposition des formes.

Un autre Ingénieur, praticien distingué, M. Coullery, directeur de l'École d'horlogerie, à la Chaux-de-Fonds, se trouve être du même avis que M. Springmann et a même combiné un appareil des plus intéressants pour contrôler la mesure précise des troncatures.

Je vais décrire sommairement cet appareil pour montrer quelle importance il faut rattacher à la rigoureuse exactitude de cette petite troncature.

A est une petite rondelle en zinc qui, avant d'être placée sur l'appareil, a été frottée par sa tranche sur la pointe tronquée de l'outil de filetage, qu'il s'agit de vérifier, une petite entaille dont la forme est juste celle de l'outil s'est donc formée sur le bord de la rondelle, cela a constitué une sorte de calibre de l'outil qu'il s'agit de comparer avec un étalon. La rondelle est ensuite placée sur un petit axe C et approché d'un disque étalon B biseauté à droite et à gauche suivant deux surfaces de vis convergente, une troncature est donc réservée sur le pourtour qui va en diminuant. Quand les deux biseaux se rejoignent, la troncature se réduit à 0. C'est le point de départ d'une gradation placée à côté du biseau très exacte et dont chaque division correspond à un filetage donné. Un petit microscope est placé en face du point où la coïncidence doit se produire. Si le

Fig. 2. Appareil Coullery



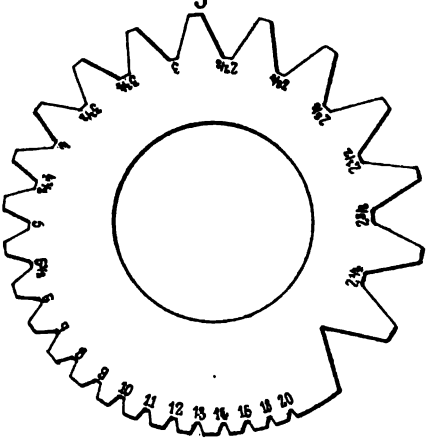

Digitized by Google

jour avivé par un réflecteur D se montre en haut ou sur les côtés, on retouche l'outil, on continue ainsi jusqu'à ce qu'il y ait coïncidence exacte entre l'entaille du disque en zinc et la troncature déterminée par la gradation du disque étalon biseauté.

La lecture des divisions se fait, au moyen du microscope, sur un petit miroir E convenablement orienté.

Les Américains ont des instruments plus simples appliqués aux mêmes usages. Ce sont des disques en acier *(fig. 3)* d'environ 60 *mm* de diamètre, qui portent sur le pourtour une série d'entailles donnant l'inclinaison des flancs et les troncatures de tout le système. Ces instruments, malgré leur rigoureuse exactitude, sont très bon marché, ils sont fabriqués mécaniquement et par quantités et au moyen de fraises indéformables. Leur prix est de 10 *f.*

Fig. 3



Calibre américain

Tous ces procédés de vérification et de calibres précis sont la conséquence de l'unité de forme et de dimension. Si on adopte la troncature ou l'arrondi quelconque, on ne saurait arriver à la précision qu'ils assurent actuellement.

Qu'une tolérance soit nécessaire, qu'un certain jeu sur les troncatures au fond des filets puisse devenir désirable, personne ne le conteste, mais pour y pourvoir suivant les besoins de chacun, il n'était pas nécessaire d'abandonner la règle de la forme définie et des mesures précises, il suffisait de donner le jeu désiré sur le diamètre de la vis et de faire de même pour le trou du logement de la vis avant le taraudage. Ainsi, le but était atteint sans changement ni complication dans les mesures et sans double outillage à forme inverse et mesure différentes, sans complications des tableaux de filetages des ateliers qui devraient toujours être l'expression de la plus grande simplicité.

La forme du filet comprend encore la définition du triangle formant les flancs des filetages. La forme est celle du triangle équilatéral déjà choisi par Sellers et la Société d'Encourage-

Digitized by Google

ment, c'est le plus pratique parce que son exécution précise peut être obtenue sans l'aide d'un rapporteur d'angle.

## Diamètres et pas.

Les résolutions du Congrès portent page 4, paragraphe 3 : « Le » tableau des diamètres normaux admis est celui qui a été pro- » posé par le Comité d'action suisse ». A l'alinéa suivant, on dit : « Entre les diamètres normaux indiqués au tableau, on peut » intercaler, par exception, d'autres diamètres, le pas reste alors » celui de la vis normale immédiatement inférieure. »

Ceci est, en somme, pris sur l'exemple de la Société d'Encouragement qui, elle aussi, avait conclu que des *diamètres normaux* devaient être préférés aux autres. Il est à craindre que cette distinction ne soit pas admise en pratique, au moins pour une certaine étendue du tableau, et que chacun y puise suivant ses besoins. Mais à ce point, les tendances des deux propositions divergent. Les nombres pairs parmi lesquels sont choisis exclusivement ses diamètres principaux et même ses diamètres intercalaires, sont favorisés spécialement par la Société d'Encouragement, tandis que le Comité d'action Suisse espace de 3 en 3 *mm* un certain nombre de diamètres principaux (de 24 à 48). Cette partie se trouve alors composée de nombres pairs et impairs comme suit :

24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48.

Deux inconvénients se présentent dans cette gradation mixte. Le premier est une certaine incommodité dans le dessin, le second consiste dans l'incertitude de faire un choix convenable. Il en résulte que si, sur deux diamètres normaux consécutifs, on trouve l'un trop faible, l'autre trop fort, on ne peut pas prendre la moyenne des deux sans tomber dans le demi-millimètre. Ainsi on trouve le diamètre de 30 *mm* trop faible, celui de 33 trop fort, on ne peut couper l'intervalle en deux, à moins d'admettre le diamètre de 31,5, ce que peu de personnes aimeront à faire. Il est également difficile de se décider pour 31 ou 32, sans créer de fâcheuses inégalités dans l'outillage,pu isque les outils, dans cet espacement, seront tantôt de 1 *mm* et tantôt de 2 *mm*, ce qui est évidemment faire bon marché de toute réglementation.

La Société d'Encouragement a bien prévu la difficulté, et pour

Digitized by Google

la tourner, elle a fait une gradation, où tous les nombres pairs ont leur place, c'était logique et ce fut généralement approuvé.

Pour donner une idée de la façon dont on a envisagé la gradation des diamètres en Amérique (je cite toujours ce pays parce que ses réglementations méritent une étude sérieuse), on trouve que les diamètres de construction sont gradués de 1/16″ de pouce c'est-à-dire de 1,6 *mm* sur une étendue de 1/4″ à 4″ ou 6,35 à 101,6 *mm*, ce qui produit 61 mesures également et convenablement étagées et pour lesquelles on trouve l'outillage complet en stock. Même les subdivisions sont fort aisées.

Aussi bien, en Amérique, est-on parti d'une autre conception que la nôtre : Au lieu de créer des diamètres normaux afin de restreindre les applications, on a, du coup, largement facilité les besoins de l'ajustage.

Sans doute à tous ces 61 diamètres on n'a pas affecté des filetages, mais on les a gradués de telle sorte qu'il pourrait en être ainsi et que tous se complètent de la manière la plus satisfaisante.

La Société d'Encouragement avait bien commencé la chose en ce qui concerne les diamètres gradués de 2 en 2 *mm*, il était donné satisfaction à tous les besoins.

Il est fâcheux que le Congrès ait disloqué une gradation aussi parfaite, car les constructeurs se trouveront acculés non seulement à des diamètres normaux impairs, mais encore à des diamètres intercalaires impairs dont j'ai signalé les inconvénients. Cela constitue un état de choses qui, en vérité sera regretté dans la suite.

En ce qui concerne les pas considérés comme fonction du diamètre, le Congrès a cherché à remédier à certains défauts de gradation qui ont été légitimement critiqués, dans le système que la Société d'Encouragement avait établi primitivement.

Non que les pas principaux affectés aux diamètres normaux donnassent lieu à ces critiques, au contraire. Il faut reconnaître que la liaison entre ces éléments, résultant d'une courbe de gradation savamment calculée, a été hautement appréciée. Mais le défaut s'est trouvé dans la constitution des intervalles entre les points de cette courbe correspondant à des diamètres et des pas principaux.

Ainsi la Société d'Encouragement avait admis un pas unique de 1 *mm* pour l'étagement de 6 à 10 *mm*, tous les diamètres intercalaires 7, 8 et 9, devaient avoir ce même pas de 1 *mm*. Il est

Digitized by Google

clair qu'une pareille réglementation ne pouvait pas être accueillie favorablement, car les défauts en étaient par trop évidents. Le Congrès a timidement rectifié certains points. Au lieu de laisser subsister l'étagement de 0,5 *mm* qui existait entre le diamètre de 6 et celui de 10 *mm*, il a départagé cet intervalle et il a affecté au diamètre de 8 *mm* un pas de 1,25 *mm*, moyenne de ceux affectés de 6 à 10 *mm*. Il a fait de même pour le diamètre de 12 *mm* qui était au pas du diamètre précédent, et au lieu de 1,5 *mm* lui a affecté un pas de 1,75 *mm*.

Dans la circonstance, on ne pouvait mieux faire.

Cependant nous sommes encore loin d'une gradation idéale pour le restant du système. En effet, je vous ai déjà entretenus des mesures qu'ont prises les Américains en affectant plusieurs pas à un diamètre unique, en créant, à côté des pas standart, des pas intercalaires, que je désigne sous le nom de pas satellites. Pour donner à ces exigences pratiques une satisfaction convenable, il fallait évidemment avoir à sa disposition un système de gradation de pas à faible espacement, élastiques pour ainsi dire, afin de répondre aux besoins si variés des multiples industries d'aujourd'hui. Et cela s'est fait, de la manière la plus simple, car tous les pas satellites employés sont ceux de leur réglementation.

Une gradation de pas de 5/10 en 5/10 dans toute l'étendue du système est par trop espacée pour se prêter aisément à une subdivision pareille; elle oblige à passer par le système des échelons c'est-à-dire à grouper plusieurs diamètres sous un seul pas, ce qui me paraît être la négation de la loi des rampes (1), et une gêne pour l'établissement de pas supplémentaires, ou satellites, là où le besoin s'en fera sentir. Notre système décimal, permettait, assurément, de mieux faire sous ce rapport, eu égard à ses qualités de divisibilité.

On a allégué que, par la simplification des pas, on réaliserait de notables économies dans l'outillage et que l'on faciliterait les réparations.

En regardant les choses de près il n'en est rien ou pas assez pour que l'on en tienne compte.

Il est certain qu'un taraud d'un diamètre donné ne peut tarauder que le diamètre pour lequel il a été confectionné. Quant

(1) La loi des rampes exprime ce fait que, le diamètre d'une vis augmentant, la rampe de l'hélice du filet doit diminuer dans une proportion définie par la nature des pièces en contact, mais difficilement traduisible autrement que par empirisme, en suivant les données ordinairement adoptées pour les filetages d'usage général.

Digitized by Google

aux filières fermées, si largement employées aujourd'hui, il en est de même. Pour les filières brisées ou à coussinets, dans l'emploi de la machine ou de la filière à la main, on peut sans doute faire varier un peu le diamètre, mais il ne faudrait pas prétendre à pouvoir parcourir toute l'étendue d'un étagement avec une seule et même filière, l'hélice et les surfaces de révolution inscrites et circonscrites laisseraient fortement à désirer. Ce n'est pas l'à peu près qu'il faut viser, dans une organisation, mais la précision. Ma longue carrière m'a démontré maintes fois que cette dernière est en fin de compte la plus économique.

En ce qui concerne les réparations, il en est de même. Admettons qu'une vis ait pris un jeu de deux à trois dixièmes et qu'il faille la remplacer, suivant les partisans des échelons, par une autre de 1 à 2 *mm* plus fort suivant la gradation admise; cela n'ira pas toujours sans détruire les proportions des organes. Mais l'opération elle-même ne pourra être faite avec les tarauds ordinaires, il faudra des tarauds spéciaux qui permettent d'embequeter au filetage primitif, toute une série de tarauds sera donc nécessaire pour atteindre le diamètre au-dessus.

Si on voulait employer les tarauds du diamètre supérieur, il faudrait préalablement agrandir le logement à réparer et enlever une partie du filetage, alors une nouvelle difficulté se présente, car, la coïncidence avec l'ancien filetage ne pouvant être assurée, il ne manquera pas d'arriver qu'une deuxième hélice se forme à côté de la première, ce qui donnera finalement un filetage mutilé.

Les réparations accidentelles échappent à une réglementation préalable, et là ou elles sont générales, uniformes, il convient mieux de s'outiller spécialement suivant les besoins du service.

L'on voit donc que les échelons sont difficiles à justifier sous les points de vue allégués; on peut donc dire que leur existence si prépondérante dans un système est plutôt gênante qu'utile.

Il ne m'appartient pas d'indiquer les modifications à introduire, afin d'atténuer leur effet, mais telles que les choses sont établies en ce moment, je ne crois pas qu'on en sorte, à moins de réduire l'espacement de 0,5 *mm* à la moitié, c'est-à-dire, à 0,25 *mm* et d'affecter les nouveaux pas intercalaires, *ne varietur*, à des diamètres déterminés. Les échelons ne disparaîtront pas entièrement, mais ce sera déjà un soulagement de pouvoir les diminuer de moitié et de restituer à la loi des rampes un peu de ce qui lui est dû.

Digitized by Google

La répartition sera peut-être un peu bizarre, mais si elle ne flatte pas l'œil en tant que chiffré, elle donnera, à coup sûr, plus de satisfaction au point de vue pratique; elle aura aussi l'avantage de préparer l'avènement des pas satellites qui forcément et avant peu de temps prendront place dans le système international.

L'importance de cette question de réduire l'étagement des pas ne m'échappe en aucune façon; plus elle sera retardée, plus elle deviendra grave et coûteuse, car l'outillage existera alors, et on ne pourra plus compléter sans annuler ce qui a été fait comme diamètres intercalaires.

La perte sera autrement grande que celle qui est résultée de la transformation des pas pour les vis de 8 et 12 *mm* que le Congrès a jugé convenable de faire.

Malgré les critiques que je viens de formuler, il faut néanmoins se féliciter qu'un système d'unification de filetage métrique soit né. Quand un demi-siècle aura passé sur ce premier essai, il se trouvera épuré de lui-même, comme les autres l'ont été. On ne pourra se prononcer sur sa valeur qu'alors seulement qu'il aura remplacé les systèmes duodécimaux, qui forcément disparaîtront un jour.

* * *

Le paragraphe relatif à l'ouverture des clefs n'a pas été abordé par le Congrès. La solution en a été laissée aux soins de l'Union des Industriels mécaniciens suisses, de l'Association des Ingénieurs allemands et de la Société d'Encouragement.

Il serait fort désirable que cette question pût recevoir une solution au moment même où le système international des filetages prendra pied dans les ateliers, car si les nouveaux filetages apparaissent, il faudra les manœuvrer; sera-ce avec les anciens moyens et mesures de clefs ou avec d'autres? Il serait fâcheux que la solution de cette question fût retardée, car l'anarchie qui règne sous ce rapport est certainement ruineuse. Le moment pour y mettre un terme est des mieux choisis et je me borne à exprimer mes vœux pour la solution prochaine de cette question.



Digitized by Google

# ÉTUDES & TRAVAUX

## EXÉCUTÉS DE 1885 A 1897

PAR LA

## SOCIÉTÉ ITALIENNE DU CHEMIN DE FER DE LA MÉDITERRANÉE

## COMPTE RENDU

PAR

L. DE LONGRAIRE

### INTRODUCTION

**1.** — Notre Collègue M. Crugnola, a offert à notre Société une *Relation sur les études et travaux exécutés de 1885 à 1897 par la Société Italienne des chemins de fer de la Méditerranée (Relazione sugli studi e lavori eseguiti dal 1885 al 1897)*, avec un album de 71 planches.

Cette Relation a été rédigée par le service des constructions de cette Société, et elle a figuré à l'Exposition Industrielle de Turin qui a eu lieu cette année.

L'intérêt très grand qu'il convient d'attacher aux travaux importants exécutés à l'étranger, nous a fait penser qu'on accueillerait volontiers un compte rendu de cette relation.

**2.** — *Réseaux actuels des chemins de fer italiens.* — Expliquons tout d'abord que le Gouvernement italien, après avoir procédé au rachat des diverses Compagnies qui exploitaient les chemins de fer, répartit ces derniers en deux réseaux (loi d'avril 1885), l'un dit *méditerranéen*, l'autre *adriatique*; mais leurs limites ne correspondent pas à la ligne de partage des eaux entre les deux mers, le réseau méditerranéen ayant, par exemple, une bonne partie du bassin du Pô.

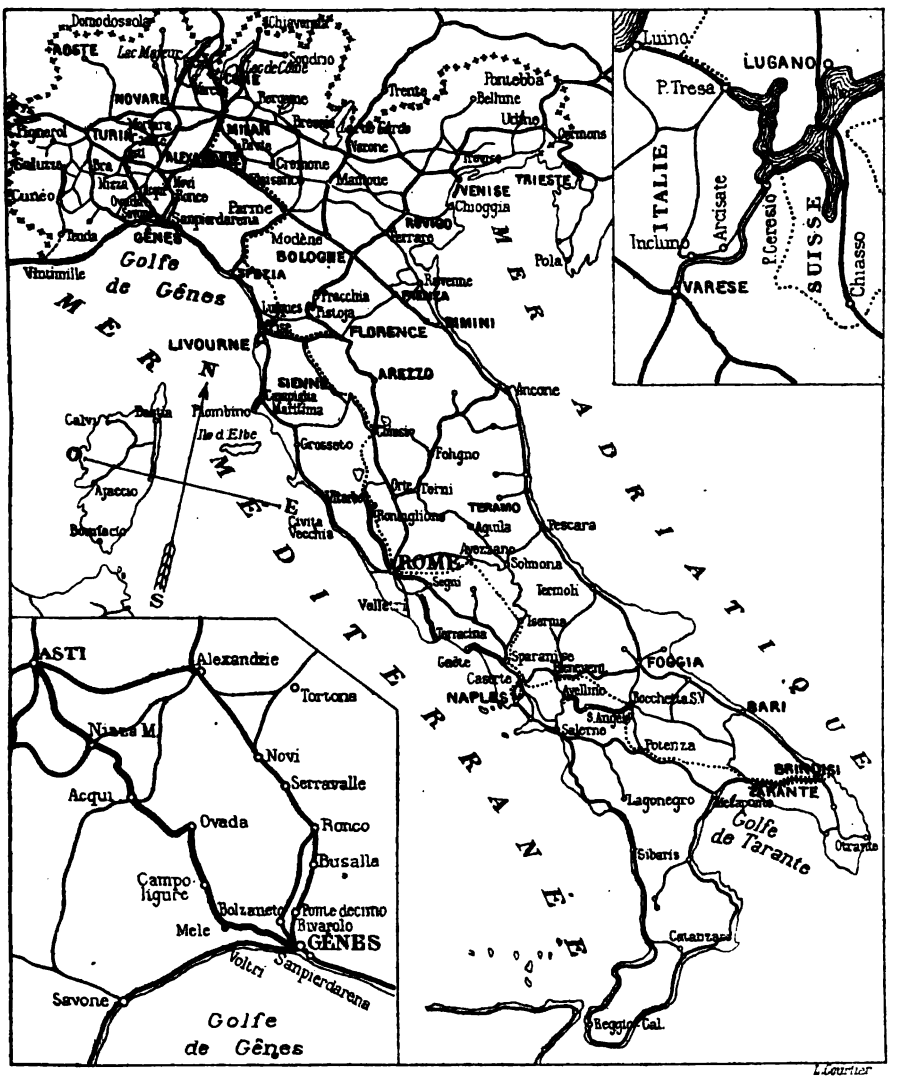
Ces limites sont définies par les villes où les deux réseaux ont une station commune ou deux stations voisines, et qui sont les suivantes :

Côme, Milan, Pavie, Plaisance, Parme, Lucques, Florence, Chiusi, Viterbe, Rome, Isernia, Caserte, Bénévent, Rocchetta Santa Venere, Potenza et Tarente, avec la ligne de Tarente à Brindisi.

Digitized by Google

Il faut ajouter que le réseau adriatique possède la ligne de Lucques à Pise, et que celle de Pise à Livourne est commune aux deux réseaux; en outre, ce même réseau adriatique a aussi

Fig. 1.




la ligne de Caserte à Naples, de sorte qu'il a deux accès sur la Méditerranée, l'un à Livourne, l'autre à Naples, tandis que le

Digitized by Google

réseau méditerranéen n'arrive qu'à un seul port de l'Adriatique, qui est Brindisi.

Disons enfin que les lignes communes aux deux réseaux, en outre de celle déjà indiquée, Pise-Livourne, sont celles de Côme à Milan et de Plaisance à Parme.

La *carte ci-jointe n° 1* indique la répartition des deux réseaux au moyen d'une ligne pointillée.

**3.** — *Matièrest raitées dans la relation.* — Cette relation est un volume du format dit quart-jésus (38 × 28), contenant 152 pages à deux colonnes : c'est dire que les renseignements y sont nombreux.

La Société méditerranéenne, entre autres obligations de sa concession, devait faire en sorte qu'une vive impulsion fût donnée à l'établissement des chemins de fer dits *complémentaires*. Aussi, en août 1886, outre la Direction du service des Travaux résidant à Rome, fonctionnaient huit bureaux d'arrondissement et trois bureaux d'études avec cinquante-neuf bureaux de section dispersés sur toute la longueur du réseau depuis Cuneo en Piémont jusqu'à Reggio en Calabre, le tout composé de 883 agents, tant Ingénieurs que personnel sous leurs ordres, lesquels devaient s'occuper de 1 570 *km* de lignes à étudier et de 257 *km* en cours d'exécution.

Le chapitre I[er] de la Relation est une sorte de compte moral, destiné à montrer, au moyen des faits les plus probants, la grande activité mise par la Société à l'accomplissement de ses obligations. Mais les questions débattues sont le plus souvent d'ordre administratif et dès lors, échappent à notre appréciation.

Ces études aboutirent, en 1888, à des concessions de nouvelles lignes à la Société, et leur exécution fait le sujet des chapitres II et III de la Relation. Nous donnerons seulement des indications générales sur ces lignes, et ensuite nous résumerons aussi succinctement que possible les renseignements techniques qu'il sera utile de signaler. Nous avertirons cependant le lecteur qu'on ne trouve dans la Relation aucune indication de dépense ou de prix de revient. Nous ne faisons que constater maintenant cette lacune, nous réservant d'en reparler dans nos conclusions.

**4.** — *Division du présent compte rendu.* — Nous avons adopté pour ce compte rendu la division suivante :

Digitized by Google

Chapitre Ier : Indications générales sur les lignes exécutées.

Chapitre II : Renseignements sur les Travaux décrits dans la Relation.

A. Ouvrages d'art ordinaires (d'une ouverture moindre de 10 *m*).
B. Ponts et viaducs en maçonnerie.
C. Tabliers en fer et en acier.
D. Souterrains.
E. Travaux d'assainissement et de consolidation.
F. Stations et Divers.

Chapitre III : Conclusions.

## CHAPITRE PREMIER

## Indications générales sur les lignes exécutées.

5. — *Classification des chemins de fer en Italie.* — Les lignes décrites dans la relation, et que nous allons étudier, ont été classées et définies par le Gouvernement italien au moyen de cinq éléments que allons examiner successivement.

1° *Le nombre de voies*, c'est-à-dire les lignes à deux ou bien à une voie.

2° La *pente maxima*. Le *maximum maximorum*, est de 35 0/00.

3° Le *rayon minimum des courbes*. La limite inférieure de ces rayons est de 200 *m*.

4° La *largeur de la plate-forme* au niveau inférieur du ballast.

La planche 7 de l'album nous indique ces largeurs.

Pour les lignes à deux voies, l'intervalle entre les axes des deux voies est ainsi composé :

| | |
|---|---|
| L'intervalle compris entre les axes des deux voies, soit deux demi-largeurs de 0,7225 *m*. . . . . | 1,445 |
| et la largeur d'entre-voie . . . . . | 2,12 |
| Ensemble. . . . | 3,565 |
| Il faut y ajouter les deux intervalles entre l'axe de chaque voie, et la crête du talus, soit. . . . . $2 \times 2{,}75 =$ | 5,50 |
| D'où largeur totale. . . | 9,065 |

Les lignes à une voie les plus importantes ont une largeur de plate-forme de 5,50 *m* avec une épaisseur de ballast de 0,50 *m*,

Digitized by Google

## Tableau n° 1 des lign

| N°s d'ordre. | DÉSIGNATION DES LIGNES | LONGUEUR des LIGNES | ÉLÉMENTS DE CLASSIFICATION DES LIGNES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Nombre de voies. | Pente maxima pour 1 000 | Rayon minimum des courbes. | Largeur de plate-forme. | Poids des rails par mètre. | |
| | | *m* | | | *m* | *m* | *kg* | |
| 1 | Ligne de Rome-Trastevere et raccordements autour de Rome (1). . . (Province de Rome.) | 5 380 | » | » | » | » | » | » |
| 2 | Rome Termini - Segni. Ligne de Rome à Naples. . . . . (Province de Rome.) | 47 245 | 2 | 10 | 1 000 | 9,065 | 36 | |
| 3 | Rome Trastevere-Viterbe. . . . . Embranchement sur Ronciglione. (Province de Rome.) | 87 561<br>7 773 | 1 | 15 | 300 | 5 » | 36 | |
| 4 | Velletri-Terracina . . . . . (Province de Rome.) | 79 546 | 1 | 25 | 250 | 4,40 | 30 | |
| 5 | Sparanise-Gaète . . . . . Partie commune avec la ligne du littoral Rome-Naples sur 15 945 *m*. . (Province de Caserte.) | 59 290<br>» | 1<br>1 | 25<br>7 | 250<br>500 | 4,40<br>5,50 | 30<br>36 | |
| 6 | Avellino-Rocchetta Santa Venere. . (Province d'Avellino.) | 118 728 | 1 | 25 | 250 | 5 » | 36 | |
| 7 | Campiglia Marittima-Piombino . . (Province de Livourne.) | 14 035 | 1 | 17,5 | 250 | 5 » | 30 | |
| 8 | Gênes-Ovada-Acqui-Asti . . . . . Pour la partie de Mele à Campo-Ligure (tunnel de Turchino) sur 6 969 *m*. . . . . (Provinces de Gênes et d'Alexandrie.) | 97 880<br>» | 1<br>2 | 16<br>12 | 450<br>» | 5 »<br>9,065 | 36<br>» | |
| 9 | Cuneo-Saluzzo. . . . . (Province de Cuneo.) | 32 931 | 1 | 18 | 250 | 5 » | 30 | |
| 10 | Varese-Porto Ceresio (5) . . . . . (Province de Côme.) | 14 521 | 1 | 20 | 300 | 5 » | 36 | |
| | LONGUEUR TOTALE . . . . . | 564 990 | | | | | | |

(1) Voir le paragraphe 7.
(2) Le retard de trois mois provint des difficultés rencontrées dans le tunnel du Janicule. Voir § 9.

Digitized by Google

**construites de 1885 à 1897.**

| COTES DE LA PLATE-FORME — STATIONS | COTES | DATES D'APPROBATION ministérielle et d'ouverture. | RETARDS ou AVANCES | TERRAINS TRAVERSÉS — LEUR NATURE ET LEUR STABILITÉ |
|---|---|---|---|---|
| » | » | » | » | |
| ome Termini. . | 59 » | App. mai 89 | | Terrain volcanique : lapilli, pouzzolanes, laves et tufs. Stabilité des meilleures. |
| alestrina . . . | 332,50 | Ouv. mai 92 | » | |
| agni. . . . . | 203,86 | | | |
| ome Trastevere. | 20,15 | App. oct. 90 | Retard | Près de Rome, couches d'argiles marneuses : ensuite terrain volcanique, tuf, trachyte décomposé ou cristallin. Pouzzolane. Stabilité bonne. |
| arbarano . . . | 456 30 | et janv. 92 | 3 mois | |
| iterbe. . . . . | 340,40 | Ouv. avril 93 | (2) | |
| elletri. . . . . | 290,33 | App. mai 89 | » | D'abord volcans du Latium ; ensuite roches calcaires. Stabilité excellente. |
| erracina. . . . | 6,90 | Ouv. mai 92 | | |
| aranise. . . . | 61,90 | App. mai 89 | | Terrain partie volcanique, lave, tuf, lapilli ; partie calcaire et argileux. Stabilité bonne. |
| ascano. . . . . | 202,52 | Ouv. mai 92 | » | |
| ète. . . . . | 13,40 | | | |
| ellino . . . . | 301,61 | App. mars 89 | | Versant méditerranéen : argile schisteuse et écailleuse. Calcaire secondaire et éocène. Calcaire marneux. Grès. Versant adriatique : argile bleue. Conglomérat coquillier. Brèche calcaire. Dans la vallée de l'Ofanto : alluvions. Stabilité des plus mauvaises. Voir § 65. |
| rolise . . . . | 461,68 | Ouv. mars 92 (3) | | |
| urasi. . . . . | 263,60 | App. oct. 89 | | |
| aco . . . . . | 671,90 | Ouv. oct. 93 | Avance | |
| cchetta. . . . | 217,77 | Ouv. oct. 95 | 2 ans (4) | |
| apiglia. . . . | 7,37 | App. avril 89 | » | Alluvions calcaires. Grès éocène. Stabilité bonne. |
| ambino. . . . | 18,40 | Ouv. avril 92 | | |
| ifurcation . . . | 27,96 | Voir le § 13 | Voir le § 13. Avances 1 an et 3 ans. | De la bifurcation à Ovada : terrain serpentineux et schisteux. Après Ovada : serpentine, marne, conglomérat et argile. Stabilité assez bonne dans les schistes et les serpentines, mauvaise dans les marnes et argiles. Voir § 64. |
| ampo-Ligure. . | 355,32 | | | |
| equi . . . . . | 161,38 | | | |
| lice-Belcolle. . | 241,96 | | | |
| nza-Monf^o . . | 138,75 | | | |
| agardino. . . | 181,50 | | | |
| di . . . . . | 117,24 | | | |
| aneo . . . . . | 500,10 | App. avril et | | Alluvion de sable et gravier avec quelques couches d'argile compacte. Stabilité très bonne. |
| iuzzo. . . . . | 347,78 | sept. 89 | » | |
| rese . . . . . | 381,84 | Ouv. juin 92 | | |
| duno. . . . . | 390,65 | App. déc. 91 | Avance | Alluvions avec moraines, devenant parfois conglomérat compact et se soutenant alors presque verticalement. Stabilité excellente. |
| rto-Ceresio. . | 274,50 | Ouv. juin 94 | 5 mois. | |

3) La partie ouverte en 1892 est celle de Monteverde à Rocchetta (14 *km*).
4) L'avance de deux ans est relative à la partie Sant'Angelo-Conza de 16 *km*. Voir § 70.
5) Porto Ceresio est situé sur le lac de Lugano. Voir le carton supérieur de la carte n° 1.

Digitized by Google

la largeur entre les crêtes du ballast étant de 3,40 *m*. Dans les tranchées avec murettes, la largeur totale des déblais au niveau des rails est de 5,10 *m*, et la largeur entre les crêtes des murettes de 4 *m*.

Il y a ensuite un type de 5 *m* de largeur de plate-forme sans murettes, avec épaisseur de ballast de 0,50 *m*.

Enfin le profil le plus réduit, destiné aux voies secondaires n'a que 4,40 *m* avec une épaisseur de ballast de 0,40 *m*.

5° Le *poids des rails par mètre linéaire*. Il est fixé à 36 *kg* pour les lignes importantes et 30 *kg* pour celles secondaires.

**6.** — *Lignes exécutées*. — Les lignes dont nous allons nous occuper et, qui sont indiquées par deux traits dans la carte n° 1, font l'objet du tableau ci-joint où sont résumées les données principales qui les concernent.

On y trouve les cinq éléments qui servent à classer les lignes : le nombre des stations y est indiqué, en omettant celles déjà existantes, bien qu'il ait fallu les remanier et les compléter. Les cotes de la plate-forme ont été choisies, de manière à donner un aperçu du relief du terrain, et des faîtes qu'il a été nécessaire de franchir : ces cotes se rapportent toujours à une des stations de la ligne considérée.

Nous ferons suivre ce tableau de remarques diverses, mais pour les lignes seules qui l'exigent.

**7.** — *Ligne San Paolo-Trastevere et Raccordements autour de Rome*. — En 1885, la station centrale de Rome, dite *Termini*, desservait seule les cinq lignes aboutissant à cette capitale, savoir : celles de Pise, Naples, Castelli Romani, Solmona et Florence.

Dès 1886, la Société construisit une nouvelle ligne de 2 075 *m* partant d'une halte située sur la ligne de Pise et dénommée Rome-San Paolo pour arriver près du Tibre à la station qui prit le nom de *Rome-Trastevere* ; la halte San Paolo fut transformée en station.

Cette troisième station du *Trastevere* est en cul-de-sac, mais disposée de manière à pouvoir se raccorder directement à la station centrale Termini. La petite ligne fut ouverte au public en juillet 1889.

En décembre 1888, la Société de la Méditerranée avait été chargée des travaux suivants :

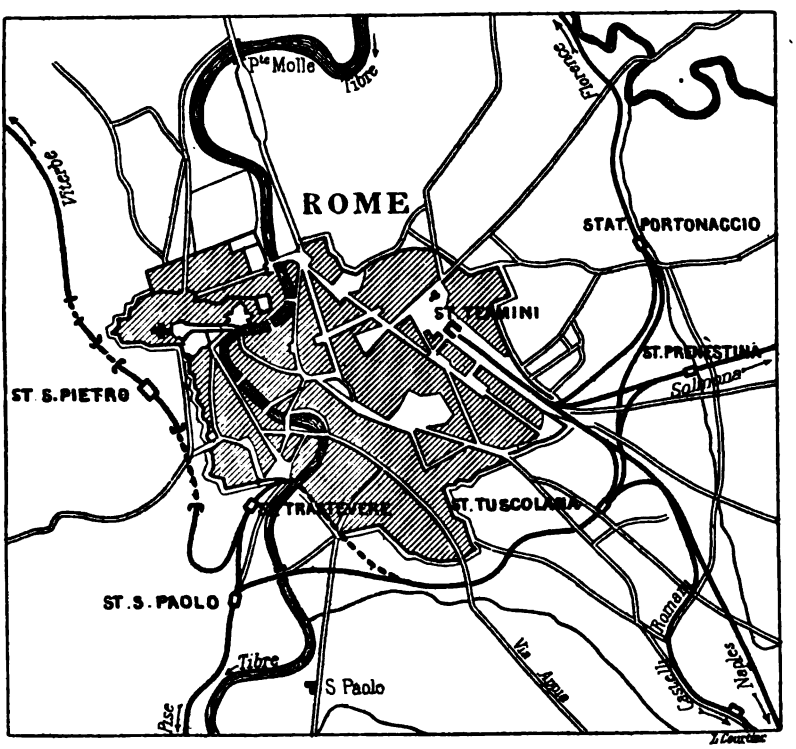
Une quatrième gare, dite *Tuscolana* entre les stations San Paolo et Termini, pour le triage du matériel roulant.

Digitized by Google

Un raccordement de la ligne de Florence à la gare Tuscolana, à partir d'une cinquième station appelée *Portonaccio*, destinée à devenir plus tard gare de triage pour le reséau adriatique : longueur 1 072,32 *m*.

Un raccordement de la ligne de Solmona, aux deux stations Portonaccio et Tuscolana, à partir de la sixième gare *Prenestina*, ouverte seulement aux marchandises. Longueur 1 221,26 *m*.

Fig. 2.




Un raccordement de la ligne de Naples avec *Tuscolana*. Longueur 1 110 *m*.

Ces trois derniers raccordements forment une longueur totale de 3 305 *m* qui, ajoutée à la longueur de la petite ligne du Trastevere, donne les 5 380 *m* du tableau.

La station de Trastevere devint, en 1894, la tête de ligne du chemin de fer de Rome à Viterbe, et sur ce chemin fut établie la station dite *Rome-San Pietro*, qui est la septième gare autour de Rome.

Digitized by Google

La carte ci-jointe, n° 2, donne le détail de ces raccordements et stations, et montre qu'une ligne de ceinture est amorcée entre les stations *Portonaccio* et *San Pietro*, sauf le rebroussement momentané du Trastevere. Une grande lacune subsiste entre San Pietro et la ligne de Florence, où se trouvent les Prati di Castello et le Ponte Molle.

8. — *Ligne Rome Termini-Segni.* — L'ancienne ligne de Rome à Naples, dont la partie voisine de Rome se tient au sud des lacs d'Albano et de Nemi, se dirige sur Velletri et remonte ensuite sur Segni. Il y a sur ce tronçon des courbes de 400 *m* de rayon, et des pentes de 25,2 0/00, quoique la différence de niveau entre la station centrale Termini et celle de Segni, ne soit que de 145 *m* pour une distance de 53 589 *m*, ce qui correspond à une pente moyenne de 3 0/00.

La ligne n° 2 du tableau est la rectification de ce tronçon, obtenue en passant au nord des lacs ci-dessus nommés et renonçant à passer par Velletri, avec les grands avantages résultant des indications du tableau, soit pente de 10 et rayon de 1000 *m*.

9. — *Ligne Rome Trastevere-Viterbe.* — Cette ligne est la seule du tableau dont l'ouverture ait subi un retard de trois mois, sur l'époque fixée par la loi de concession. En voici la raison.

Cette ligne traverse le mont Janicule, une des sept collines de Rome, au moyen d'un souterrain de 1 216,62 *m* dont le percement a présenté des difficultés particulières dans les premiers 300 *m* du côté du Trastevere. Le terrain y est formé de matières désagrégées où domine le sable, avec d'abondantes infiltrations d'eau. De là des glissements et des éboulements. Ces eaux avaient été, dans les temps passés, réunies et recueillies dans des conduits spéciaux dont on a retrouvé les traces ; mais, avec les siècles, ils s'étaient rompus, et les eaux se perdaient dans le terrain : maintenant on les a de nouveau recueillies. La rencontre des avancements provenant des deux têtes a eu lieu à 260 *m* seulement de la tête, vers le Trastevere, de sorte que le tunnel a été percé sur 79 0/0 de sa longueur par la tête vers San Pietro.

Ce retard de trois mois, le seul qui figure sur le tableau, provient donc d'un véritable cas de force majeure.

10. — *Ligne Velletri-Terracina.* — Cette ligne contourne les fameux marais Pontins, qui rendent malsaine et inhabitable une étendue de 20 000 hectares ; la mal'aria s'y fait sentir, aussi les maisons de

Digitized by Google

garde ont un type spécial. Le rez-de-chaussée est élevé pour le rendre plus sec et pour que les chambres du premier étage soient à une certaine hauteur, car l'on sait que l'air est meilleur à quelques mètres au-dessus du sol. Autant que possible, les maisons regardent la montagne, pour éviter de recevoir directement l'air des Maremmes.

« Le territoire traversé, dit la Relation page 32, à propos de cette ligne, est intéressant par les vestiges fréquents qu'il conserve des anciennes civilisations. Ainsi les murs de Cori montrent superposés, les travaux de cinq époques différentes, commençant par les masses cyclopéennes et se terminant aux constructions sarrasines ; la ville de Ninfa, sur les bords d'un lac pittoresque, contient des ruines qui l'ont fait appeler par Gregorovinus, *la Pompéi du moyen âge* ; on trouve dans les villes de Cori, Norma, Terracina, etc., des restes de monuments romains. Quant à Terracina, on ne peut passer sous silence, dans une publication technique, la remarquable portion de l'ancienne Via Appia, pour le passage de laquelle la roche fut taillée à pic sur une hauteur de 40 *m* et travaillée partout au ciseau ; des entailles portant des chiffres romains, indiquent les différentes hauteurs en pieds à des intervalles égaux. »

11. — *Ligne d'Avellino à Rocchetta Santa Venere.* — Sur les 119 *km* de ce chemin de fer, il y a, non compris les stations extrêmes, vingt-cinq stations ou haltes, espacées, par suite, de 4 *km* en moyenne, et avec toutes les installations qu'elles comportent,

« Il ne manque donc sur cette nouvelle ligne, dit la Relation, page 70, ni les stations ni les appareils correspondants. Ce qui, au contraire, fait défaut, ce sont les éléments du trafic et les voies de communication entre les stations et les localités. Bien étrange est ce phénomène par lequel les populations s'agitent tant pour avoir ce puissant instrument de civilisation qu'est un chemin de fer ; puis, quand elles le possèdent et que l'État y a consacré des millions, on constate que ces populations n'ont cure de se mettre en état d'en tirer parti comme elles le devraient, en ne dépensant même pas quelques milliers de francs pour établir un chemin d'accès aux stations. »

Bien des Ingénieurs se rappelleront, à propos de ces réflexions, les difficultés qu'ils ont eues avec les communes à propos des chemins d'accès aux stations, soit pour leur établissement, soit pour leur entretien.

Digitized by Google

12. — *Ligne Gênes-Ovada-Acqui-Asti. Antécédents.* — Pendant assez longtemps, le port de Gênes n'eut qu'un chemin de fer, celui de Gênes à Novi, qui le reliait à Alexandrie, puis à Turin et à Milan, et qui avait été construit par l'Ingénieur belge Maus.

Il y eut ensuite les chemins de fer Ligures, c'est-à-dire celui de la Rivière du Ponent qui va à Menton et rejoint la ligne de Nice, — et celui de la rivière du Levant, qui atteint Spezia et se relie à la ligne de Pise à Rome.

La ligne de Gênes à Novi, avant d'atteindre le faîte des Apennins, passe par les localités de Sampierdarena, Rivarolo, Bolzaneto et Ponte Decimo : elle est presque toujours sur la rive gauche du torrent Polcevera.

Elle traverse le faîte au moyen du *Tunnel des Giovi*, et débouche à Busalla dans le bassin de la Scrivia, affluent du Pô. Elle passe ensuite par les localités de Ronco, Isola del Cantone, Arquata, Serravalle-Scrivia et arrive enfin à Novi.

L'exploitation de la partie entre Sampierdarena et Busalla était difficile et onéreuse, car il y avait des pentes allant jusqu'à 35 0/00, et celle du souterrain des Giovi était de 28,7 0/00. En outre, dans ce souterrain, les maçonneries avaient subi des détériorations qui avaient nécessité des réfections gênantes. On fut ainsi conduit à exécuter une ligne supplémentaire, partant de Sampierdarena, se tenant sur la rive droite de la Polcevera parallèlement à l'ancienne et traversant sur le versant méditerranéen les localités de S. Quirico et de Mignanego, puis franchissant le faîte au moyen d'un tunnel placé à l'ouest du précédent et gagnant directement Ronco, où la nouvelle ligne se raccorde à l'ancienne. De là, les noms de *Ligne succursale* et de *Tunnel de Ronco*.

Le trafic de cette ligne allait en augmentant au fur et à mesure que s'accroissait le commerce du port de Gênes; aussi le Parlement italien, préoccupé de cette situation, prescrivit par la loi du 5 juillet 1882 qu'une nouvelle ligne serait construite dès que le produit brut kilométrique du tronçon de Gênes à Novi atteindrait 150000 lires.

Ce chiffre ayant été constaté, la Société de la Méditerranée obtint le 11 juin 1888, la concession d'un nouveau chemin de fer dirigé vers l'ouest et dans la direction de Turin, en passant par Ovada et par Acqui, où se trouve une ligne qui rejoint Alexandrie, et se poursuivant par Nizza-Monferrato jusqu'à Asti, situé sur la ligne de Turin à Alexandrie, comme il résulte de la carte n° 1 et du carton inférieur qui s'y trouve.

Digitized by Google

13. — *Ligne Gênes-Ovada-Acqui-Asti. (suite). Tracé et divers.* — Les quatre lignes partant de Gênes vers l'ouest ont une partie commune de Gênes à Sampierdarena : la ligne du littoral ligure traverse la Polcevera à son embouchure ; celle de Novi par Busalla longe la Polcevena sur sa rive gauche sans la traverser jusqu'à Ponte-Decimo ; la succursale de Ronco la franchit au contraire près de Rivarolo sur un pont spécial pour se jeter sur la rive droite : la nouvelle ligne vers Asti se bifurque de la succursale de Ronco à la sortie de ce même pont.

A partir de cette origine située à 5 775 *m* de la station de Gênes, dite Piazza Principe, la ligne nouvelle est divisée en quatre tronçons dont les projets complets ont été approuvés par le gouvernement italien en juin 1889.

*Premier tronçon de 16 618* m. — De la bifurcation, le tracé suit à peu près la direction du littoral, mais en s'en écartant progressivement jusqu'en face de Voltri, et s'élevant d'une manière continue avec des rampes de 16 0/00 jusqu'à la station de *Mele :* il traverse tous les torrents qui descendent de l'Apennin (1) dans des gorges souvent profondes, et la ligne est, pour ainsi dire, formée d'une succession de viaducs et de tunnels. La concession fixait un délai de sept ans pour terminer ce tronçon, soit juin 1896 ; malgré les nombreux travaux qu'il a exigés, la Compagnie a pu l'achever en juin 1895, avec une avance *d'une année entière.*

*Second tronçon de 6 979* m. — Il est compris entre la station de *Mele* et de *Campo-Ligure*, et correspond au souterrain de faite du Turchino ; d'après la concession, ce tronçon devait être exécuté à deux voies avec une pente de 12 0/00 et la longueur du souterrain comprise entre 5,5 et 7 *km*. En exécution, cette longueur a été de 6 477,64 *m* se rapprochant du maximum de 7 *km* : la Société chercha surtout à concilier les intérêts des territoires traversés avec les exigences d'une ligne destinée à un trafic intense. Huit ans étaient accordés (juin 1897) pour terminer ce tronçon.

(1) La plupart des géographes font aboutir les Alpes Ligures (portion des Alpes Maritimes) et commencer l'Apennin Ligure au col de *Cadibona*, presque vis-à-vis Savone, parce que ce col est à la cote de 495 *m*, et, par suite, offre la plus grande dépression des montagnes dans cette région. D'autres mettent cette division des deux chaînes au col de *Tende* ou même au col des *Giovi* en face de Gênes. Il semble que les géographes devraient se déclarer incompétents à l'égard de cette question. Le soulèvement des Alpes et celui des Apennins ont eu lieu à des époques différentes ; c'est donc aux géologues à la trancher. La solution ne paraît pas d'ailleurs des plus faciles. Provisoirement, nous adoptons pour limite le col de *Cadibona*, et le premier tronçon dont nous parlons, comme le suivant, se trouvent ainsi compris dans l'Apennin Ligure.

Digitized by Google

Nous verrons plus loin comment il a pu être inauguré avec une avance de *trois années !*

*Troisième tronçon de 13 970* m. — Il s'étend de la station de Campo-Ligure à celle d'Ovada : la ligne suit constamment la vallée du torrent Stura.

*Quatrième tronçon de 60 323* m *d'Ovada à Asti.* — Après Ovada, le chemin de fer, pour rejoindre *Acqui*, doit passer dans un nouveau bassin, celui de la Bormida, ce qui nécessite le *souterrain de Cremolino* dont nous parlerons dans les paragraphes 55 et suivants. Un nouveau faite est franchi pour arriver à *Nizza-Monferrato* et un autre encore afin d'atteindre le bassin du Tanaro et la station d'*Asti*.

Ces deux derniers tronçons ont été terminés dans le délai de quatre ans (juin 1893) fixé par la concession.

## CHAPITRE II

## Renseignements sur les travaux décrits dans la Relation.

**14.** — *Tableau des ouvrages d'art.* — Nous nous occuperons d'abord des ouvrages d'art : nous avons réuni pour cela dans le tableau n° 2, ci-après, les indications qu'on trouve dans la Relation pour chaque ligne et souvent dans des tableaux étendus. Nous parlerons ensuite de chaque genre des travaux.

### A. — Ouvrages d'art ordinaires d'une ouverture moindre de 10 *m*.

**15.** — *Types de ces ouvrages.* — Deux planches donnent les types d'ouvrages d'art ordinaires en maçonnerie ou avec tablier en fer : ce sont des types courants dont les dispositions ne présentent rien de particulier, mais qui donnent lieu aux observations suivantes :

Pour les ouvrages inférieurs à la voie, la largeur libre entre parapets est fixée au chiffre habituel de 4,50 *m*.

Quant aux passages supérieurs au chemin de fer, leur section libre présente les dimensions suivantes :

Largeur au niveau des rails : 5,80 *m* ;

Piedroits verticaux de 2,90 *m* ;

Digitized by Google

## Tableau n° 2 des ouvrages d'art.

| NUMÉROS D'ORDRE | INDICATION DES LIGNES | LONGUEUR des LIGNES | A. OUVRAGES D'ART ordinaires — nombre | B. OUVRAGES D'ART SPÉCIAUX en maçonnerie — nombre | B. OUVRAGES D'ART SPÉCIAUX en maçonnerie — ouvertures totales | C. TABLIERS MÉTALLIQUES EN FER — nombre | C. TABLIERS MÉTALLIQUES EN FER — portées totales | C. TABLIERS MÉTALLIQUES EN ACIER — nombre | C. TABLIERS MÉTALLIQUES EN ACIER — portées totales | D. SOUTERRAINS — nombre | D. SOUTERRAINS — LONGUEURS totales |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *km* | | | *m* | | *m* | | *m* | | *m* |
| 1 | Ligne San Paolo-Trastevere et raccordements autour de Rome . . . | 5380 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| 2 | Rome-Segni . . . . . | 47245 | 149 | 3 | 82,50 | 2 | 30,75 | » | » | 4 | 1308,02 |
| 3 | Rome-Viterbe et embranchement de Ronciglione. . . . . | 95334 | 282 | 15 | 1144 » | 1 | 25 » | » | » | 6 | 2650,54 |
| 4 | Velletri-Terracina . . . . . | 79546 | 25 | 1 | 75 » | 1 | 26 » | » | » | » | » |
| 5 | Sparanise-Gaeta. . . . . | 59390 | 282 | 7 | 595,50 | 1 | 18 » | 2 | 149,80 | 4 | 1036,80 |
| 6 | Avellino-Rocchetta Santa Venere . . | 118728 | 446 | 28 | 1375,45 | 11 | 283 » | 19 | 1296,70 | 17 | 9294,65 |
| 7 | Campiglia Maritima-Piombino . . . | 14035 | 45 | » | » | » | » | » | » | 1 | 208,80 |
| 8 | Gênes-Ovada-Acqui-Asti . . . . . | 97880 | 321 | 27 | 1853,50 | 8 | 276,20 | 2 | 212,80 | 35 | 25932,46 |
| 9 | Cuneo-Saluzzo . . . . . | 32931 | 182 | 1 | 30 » | 3 | 102 » | » | » | » | » |
| 10 | Varese-Porto Ceresio . . . . . | 14521 | 33 | 3 | 180 » | 1 | 16,45 | » | » | 2 | 353,55 |
| | TOTAUX. . . . . | 564990 | 1762 | 85 | 5335,95 | 28 | 677,40 | 23 | 1659,30 | 69 | 40780,82 |



Digitized by Google

Voûte en plein cintre de 2,40 *m* de rayon, ce qui correspond à 5,30 *m* sous clé. Le dessin contient l'indication que la hauteur *minima* au-dessus du rail est de 4,70 *m*, ce qui est une dérogation au chiffre habituel de 4,80 *m*.

Il y a aussi un type de passage supérieur à culées perdues, avec la même hauteur sous clé de 5,30 *m* que dans le type précédent, et un rayon de voûte de 5,43 *m*.

### B. — Ouvrages d'art spéciaux en maçonnerie d'une ouverture de 10 *m* et au-dessus.

**16.** — *Ponts et viaducs.* — Ces ouvrages sont, pour les 10 lignes considérées, au nombre de 85 et se divisent en ponts et viaducs.

Rien n'est à remarquer pour les ponts.

Quant aux viaducs, l'ouverture de leurs arches varie de 10 *m* à 18,50 *m*: elle est généralement voisine de la moitié de la hauteur du viaduc, comptée à partir du terrain naturel.

Le fruit transversal des maçonneries, depuis le couronnement jusqu'à la base est de 0,05 *m* pour les arches de 11 *m* d'ouverture: le fruit des piles dans le sens de l'axe est de 0,03 *m*.

Pour 18,50 *m*, ces fruits sont de 0,05 *m* depuis le couronnement jusqu'aux naissances des voûtes et de 0,07 *m* en dessous, tout en restant de 0,03 *m* dans le sens de l'axe.

Onze planches de l'Album sont consacrées à ces viaducs.

### C. — Tabliers métalliques.

**17.** — *Données générales.* — Le tableau des ouvrages d'art nous montre qu'il y a 51 tabliers métalliques dont 28 en fer, d'une ouverture totale de 677,40 *m* (moyenne: 24 *m*) et 23 en acier, de 1 659,30 *m* (moyenne : 72 *m*). L'acier a donc été adopté surtout pour les grandes ouvertures.

Ces ouvrages sont très intéressants, parce qu'ils présentent des dispositions qui sortent de l'ordinaire pour les grandes ouvertures.

Sur ces 51 tabliers, il y en a 30 sur la ligne d'Avellino et 10 sur celle Gênes-Asti : en outre, ces deux lignes, avec celle Sparanise-Gaète, sont les seules qui aient des ponts en acier. Nous nous occuperons donc seulement des ponts de ces trois lignes, à l'exclusion des autres.

La relation contient des indications sur les dispositions des

Digitized by Google

tabliers, et l'album a onze planches concernant neuf d'entre eux, mais on ne nous parle pas :

1° des conditions de résistance de l'acier;
2° des méthodes de calcul ;
3° des poids de fer ou d'acier.

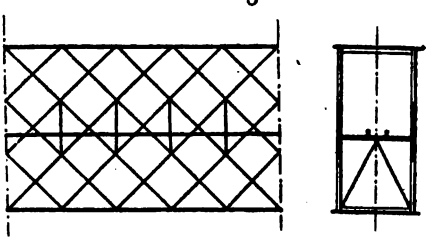
Nous pouvons combler les deux premières lacunes pour *quatre* des ponts en acier sur les vingt-trois exécutés, en utilisant un mémoire paru, sans nom d'auteur, dans le *Giornale del Genio Civile* (Journal du Génie Civil, imprimé à Rome) de 1892, et intitulé : *I primi ponti d'acciajo costrutti sulle strade ferrate del Mediterraneo* (Les premiers ponts en acier construits sur les chemins de fer de la Méditerranée) : mais ce mémoire ne contient rien sur les poids des métaux au sujet desquels nous restons privés de tout renseignement.

D'après ce mémoire, les conditions imposées aux fournitures d'acier pour les tabliers sont les suivantes : acier doux ou fer homogène, fabriqué par le procédé Siemens-Martin. Épreuve à froid d'une barrette ayant subi la trempe : on la ploiera de telle sorte que les deux faces ployées, devenues parallèles, arrivent à une distance d'une fois et demie l'épaisseur de l'échantillon sans présenter trace de rupture.

Limite de résistance dans le sens longitudinal:
Résistance à la rupture de 42 à 50 *kg* par millimètre carré;
Allongement de 25 à 18 0/0;
Limite d'élasticité non moindre de 20 *kg* par millimètre carré.

18. — *Tabliers de la ligne d'Avellino-Rocchetta S^a V.* — Deux tabliers seulement appellent notre attention. Le premier se trouve au viaduc du torrent Calore, de trois ouvertures de 95,40 *m* entre les maçonneries, ayant reçu trois travées indépendantes de 97,20 *m* entre les axes des appuis. La hauteur maximum entre le fond de la vallée et le niveau du rail est de 37 *m*. On a donc toute la hauteur disponible qu'on peut désirer : aussi le niveau du rail est à 5 *m* du dessous des poutres, lesquelles ont 10,60 *m* de hauteur avec une paroi formée d'un treillis multiple, comme l'indique le schéma ci-joint.

Fig. 3



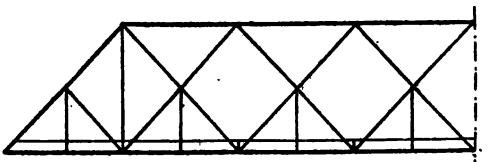


Digitized by Google

Ce tablier constitue un véritable prisme quadrangulaire formé par les poutres principales et par les contreventements inférieur et supérieur; car ces derniers sont deux véritables parois horizontales, composées de pièces transversales de 0,400 *m* de hauteur au moins et de croix de Saint-André. La voie est donc à peu près au milieu de ce prisme : les entretoises qui la supportent ont leurs abouts reliés aux poutres principales par les petits montants verticaux indiqués sur le schéma, entre les intersections des barres des treillis au tiers et aux deux tiers de la paroi. Ces entretoises sont, en outre, soutenues en leur milieu par deux fers inclinés allant s'attacher au bas des poutres principales et formant des triangles qui viennent concourir à la rigidité de l'ensemble : la charge mobile se répartit donc à la fois sur deux intersections du treillis dont nous venons de parler et sur le bas des poutres.

La vingt-deuxième et dernière traversée de l'Ofanto, avant Rocchetta, a reçu le second tablier, qui est décrit dans le mémoire cité plus haut. Pont biais de 31°; ouverture 56 *m* entre culées ; longueur totale des poutres, 58,48 *m* ; distance entre les axes des appuis, 57,78 *m*. Voir pour le schéma la figure 4.

Fig. 4.



La hauteur des poutres est de 7,07 *m*, soit moins du huitième de l'ouverture. La hauteur disponible jusqu'au rail est de 1 *m* ; il reste une distance verticale libre de 6,07 *m* jusqu'à la partie supérieure des poutres. Les entretoises sont placées à la rencontre de deux croix de Saint-André et en leur milieu : remarquer le demi-montant vertical reliant l'entretoise médiane avec l'intersection des bras de la croix.

Largeur des plates-bandes de la poutre, 0,500 *m*. Espacement des fers verticaux, 0,300 *m*. Les barres des treillis sont des prismes quadrangulaires, et cet espacement de 0,300 *m* forme une de leurs dimensions constantes, l'autre étant variable avec l'effort et la section de la barre. Les parois de ces prismes sont pleines ou faites de croix de Saint-André en fer plat selon les efforts à supporter.

S'il n'y a pas de montants verticaux aux poutres principales, il existe, par contre, un contreventement supérieur qui est une

Digitized by Google

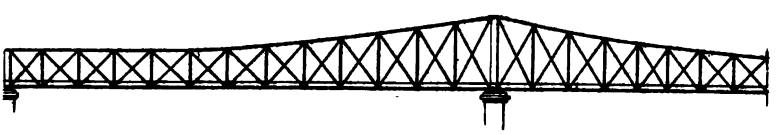
véritable paroi horizontale formée de croix de Saint-André prismatiques de 384 × 300, avec parois de petits fers. Un contreventement inférieur, se conbinant avec les entretoises, complète cet ensemble et assure sa rigidité.

Les entretoises de 0,700 *m* de hauteur sont espacées de 3,21 *m*, et les longerons ont une âme de 0,400 *m*.

19. — *Tabliers de la ligne Gênes-Ovada-Asti. Pont sur le Tanaro.* — Il se trouve sur cette ligne un tablier sur lequel il convient de s'arrêter : celui du pont du Tanaro, près d'Asti. Ses dispositions sont originales; de plus, il en est question dans le mémoire du *Journal du Génie Civil* dont nous avons parlé, ce qui nous permet de faire connaître les calculs auxquels il a donné lieu.

Ce pont est droit et présente une longueur de 157,50 *m* entre les axes des appuis extrêmes, longueur partagée au moyen de deux piles, en deux travées extrêmes de 48,75 *m* et une centrale de 60 *m*. Il a été fondé dans la marne bleue et compacte avec des caissons pneumatiques à une profondeur maximum de 10,50 *m*

Fig.5



au-dessous du sol. Les dispositions de ses poutres résultent du schéma *(fig. 5)*.

Les maitresses poutres sont continues et formées de croix de Saint-André encadrées dans des montants verticaux. Il y a treize panneaux de 3,75 *m* de largeur dans les travées extrêmes et seize dans celle du milieu. Les cinq premiers panneaux, à partir des culées, ont une hauteur constante, tandis que dans les huit autres, cette hauteur varie et donne à la partie supérieure la forme d'une parabole, *tournant sa convexité vers la voie*, et dont l'axe se trouverait précisément à l'origine des huit panneaux. La partie centrale, composée de seize panneaux, a sa partie supérieure tracée suivant la même parabole, dont l'axe se confond avec celui de la travée.

La moindre hauteur des poutres est de 3,34 *m* et la plus grande de 6,85 *m* : aussi n'y a-t-il de contreventement supérieur que dans l'intervalle des deux panneaux voisins des piles.

Digitized by Google

Cette disposition rappelle les *cantilevers*, sans présenter cependant l'encorbellement *symétrique et libre* posé sur les piles, et qui caractérise les ponts ainsi dénommés.

Les plates-bandes horizontales ont 0,450 *m* de largeur. Les croix de Saint-André sont formées, pour la plupart, de deux couples de cornières espacées de 0,210 *m* et reliées entre elles par des petits fers formant triangle.

La hauteur disponible du dessous des poutres au niveau du rail est de 0,780 *m* : les entretoises ont 0,600 *m* de hauteur et les longerons 0,390 *m*.

Ce pont avec ses poutres, dont la hauteur varie du simple au double, ne peut être calculé au moyen du théorème des trois moments, lequel est basé sur une constance — plus ou moins approchée d'ailleurs, — du moment d'inertie des poutres.

L'auteur du mémoire expose comment il a vaincu cette difficulté, au moyen des ressources de la statique graphique.

Il a supposé la travée posée seulement sur ses deux extrémités, et il l'a soumise à une force prise égale à 1, placée au droit de l'un des appuis : il a tracé la courbe élastique prise par la plate-bande inférieure, en supposant que les sections des plates-bandes soient toutes égales, et que leurs moments d'inertie varient par l'effet seul du changement de hauteur.

Cette courbe déterminée, il a chargé successivement les différents nœuds de la première travée, puis ceux de la deuxième, du poids résultant de la surcharge, et il a mesuré sur la courbe les flèches aux points correspondants et aux points d'appui dans ces deux hypothèses.

Grâce au théorème de Maxwell sur la réciprocité, il déduit les quantités dont s'abaisse le point d'appui correspondant à la deuxième pile dans les deux hypothèses. La symétrie de la poutre permet de raisonner de même pour obtenir les quantités dont s'abaissera le point d'appui correspondant à la première pile.

Cela posé, on peut immédiatement écrire les deux couples d'équations qui donnent les deux réactions des piles : les déplacements des points d'appui étant nuls, puisque ces points sont fixes, il suffit d'égaler à zéro les expressions donnant ces déplacements. Une fois les réactions connues, tout le reste s'ensuit en utilisant les méthodes ordinaires de la statique graphique.

Le mémoire contient des diagrammes relatifs : 1° à la recherche des réactions des appuis, dans les diverses hypothèses de charge avec tableau des résultats numériques; 2° aux moments

Digitized by Google

fléchissants et aux effets tranchants maxima ; 3° aux moments résistants, et 4° au contreventement inférieur.

« Le coefficient maximum de résistance admis en général pour l'acier, dit le mémoire, a été de 10 *kg* par *mm²* de section, excepté pour les treillis et les montants d'appui, où il a été limité à 8 et 5 *kg*. Dans les sections des barres tendues on a déduit les trous des rivets, et pour celles comprimées ayant une longueur notable par rapport aux moindres dimensions de leur section transversale, on les a considérées comme des colonnes encastrées aux deux extrémités, en les calculant au moyen de la formule de Rankine. Les rivets sont de fer ordinaire et calculés avec un coefficient de 5 *kg*. »

Nous terminerons ce qui concerne les tabliers de la ligne de Gênes-Acqui-Asti, en ajoutant quelques mots sur celui en fer du Pont sur l'Orba, de deux travées continues (39,28 *m* entre les appuis pour chacune). On a une hauteur disponible de 4,78 *m* entre le dessous des poutres et les rails : les poutres ont 4,50 *m* de hauteur, distantes de 3,50 *m* d'axe en axe, et inférieures aux rails. Le treillis est triple, comme celui du Calore, sans montants verticaux, mais avec un contreventement inférieur et un autre transversal à la voie.

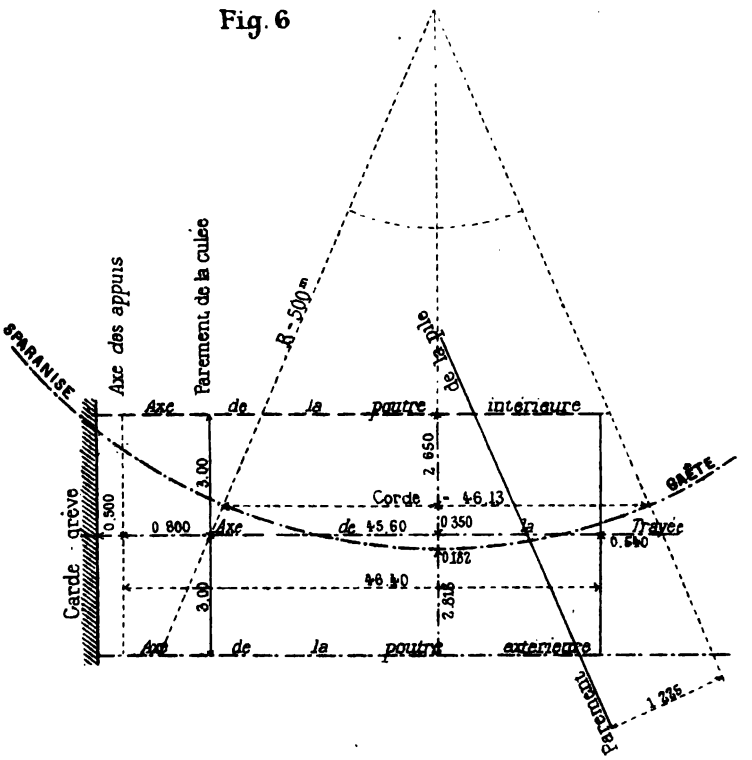
Ajoutons enfin que sur les dix tabliers de cette ligne, il y en a trois à deux ou trois ouvertures, (les deux précédents et un autre de trois travées sur le Belbo) qui ont donc reçu des poutres continues, tandis que sur la ligne d'Avellino, on rencontre trois tabliers de trois ouvertures, lesquels sont tous à travées indépendantes. La relation ne donne pas les raisons du choix entre les deux systèmes.

20. — *Tabliers de la ligne Sparanise-Gaète.* — Il existe sur cette ligne deux tabliers en acier, d'un type différent de tous les précédents : l'un d'eux surtout a deux travées indépendantes de 46,40 *m* entre les axes des appuis, et présente cette particularité d'être dans une courbe de 500 *m* de rayon, et placé comme l'indique le schéma ci-joint, figure n° 6.

La locomotive, en entrant sur le pont, est hors d'axe vers le centre de la courbe de 0,532 *m* ; arrivée au milieu du tablier, elle a dépassé l'axe de 0,182 *m* : aussi l'intervalle libre entre les maîtresses poutres n'est plus de 4,50 *m*, mais de 5,50 *m* : les plates-blandes ont 0,50 *m* de largeur, de sorte que les axes des poutres sont distants de 6,00 *m*.

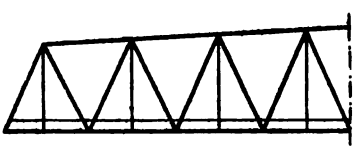
Digitized by Google

Fig. 6




La disposition des poutres principales est donnée dans le schéma n° 7.

Fig. 7



Les poutres sont paraboliques, de 6 *m* de hauteur à l'entrée et de 7,070 *m* au point le plus élevé. La hauteur entre le dessous des poutres et le rail non surhaussé est de 1 *m*. Il reste encore 5 *m* disponibles; mais il y a un contreventement supérieur en croix de Saint-André fermé de barres prismatiques. qui réduisent cette hauteur à 4,66 *m*. La voie est posée sur traverses qui ont l'inclinaison correspondante au dévers.

Le deuxième tablier en acier, sur le Garigliano, a une travée de 61,60 *m* entre les appuis. Les poutres principales sont disposées comme dans la figure 7. La hauteur du premier montant vertical est de 5,95 *m*, et celle du milieu de 8,38 *m*. La hauteur entre le dessous des poutres et le rail, est de 0,800 *m*. Le contre-

Digitized by Google

ventement supérieur en croix de Saint-André quadrangulaires laisse une hauteur libre de 4,78 *m*.

Le mémoire du *Journal du Génie Civil* qui décrit ces deux tabliers ainsi que celui de l'Ofanto (ligne d'Avellino) nous dit qu'ils ont été calculés avec les méthodes de la statique graphique, et il nous donne : 1° un tableau relatif aux plates-bandes des poutres indiquant l'effort maximum pour chaque portion à considérer, sa section et l'effort résistant pour R = 10 *kg* par $mm^2$; 2° un autre tableau pour le calcul des barres du treillis; 3° les données concernant les entretoises et les longerons.

Tout ce qui a été dit pour la réception de l'acier, à propos du pont du Tanaro, s'applique aussi aux trois tabliers précédents.

21. — *Flèches des tabliers.* — Le mémoire contient enfin un tableau des flèches des poutres principales, constatées pendant les épreuves statiques et dynamiques, auxquelles le pont du Tanaro et les trois précédents ont été soumis. Les flèches théoriques, calculées avec un coefficient d'élacticité, $E = 18 \times 10^6$, varient entre 1 : 750 et 1 : 1 350. Les flèches constatées sont moindres et comprises entre 1 : 1 000 et 1 : 1 800.

Nous remarquons, comme d'habitude, que les deux poutres d'une même travée ont parfois des flèches différentes dont les écarts arrivent jusqu'à 20 0/0.

Nous avons montré, par la figure 6, dans quelles conditions se trouve chacune des travées des fours à chaux de Formia, c'est-à-dire dans une courbe de 500 *m* de rayon, avec un déplacement de la charge de 0,532 *m*. Cela produit évidemment des efforts inégaux dans les deux poutres principales, et il est naturel de se demander si, pendant les épreuves, il n'y aura pas eu des différences pour chacune d'elles, atteignant le maximun des écarts. Pour les épreuves statiques faites avec un train de machines stationnant une demi-heure, la différence a été nulle ou négligeable; avec les épreuves dynamiques faites avec le même train à la vitesse de 45 *kg* à l'heure, on a eu des flèches de 26 et 28 *mm*, soit une différence de 8 0/0, moindre que pour d'autres travées, avec la voie en ligne droite.

Les inconvénients qu'on aurait pu craindre *a priori*, en raison de la courbure de la voie, ne se sont donc pas réalisés.

Digitized by Google

## D. — Souterrains.

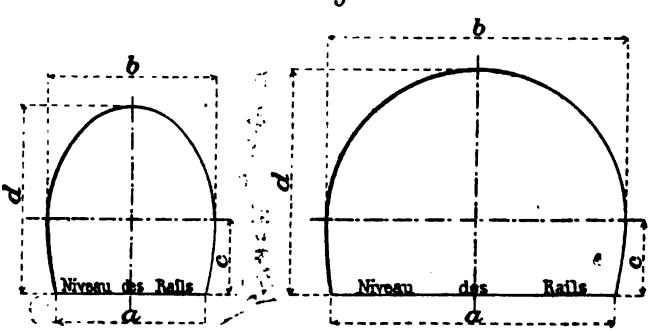
**22.** — *Données générales.* — Les souterrains sont au nombre de 69 et d'une longueur totale de 40780 *m* : ils ont, par suite, une réelle importance. Les renseignements donnés à leur sujet dans la Relation sont très intéressants et plus étendus que pour les autres ouvrages. En outre, les deux plus longs ont nécessité l'emploi de perforatrices, ce qui donne aux informations qui les concernent un caractère de haute utilité. Des détails sur le plus important des deux seront certainement bien accueillis ; un résumé suffira pour les résultats obtenus dans l'exécution du second.

Nous y ajouterons quelques indications sur les difficultés rencontrées dans divers souterrains de la ligne d'Avellino-Rocchetta, et causées par des argiles de mauvaise nature.

La Relation s'occupe aussi de l'achèvement du tunnel de Ronco sur la ligne Succursale de Gênes à Ronco : nous mentionnons seulement ce travail, parce que nous voudrions en faire l'objet d'une note spéciale en y joignant des données sur toute la succursale de Sampierdarena à Ronco, et aussi sur la ligne de Cuneo à Vintimille avec son tunnel de faite au col de Tende : nous ne pourrons cependant réaliser notre projet que si nous parvenons à compléter les renseignements que nous possédons déjà. Ce sont deux lignes intéressantes, et leurs souterrains de faite ont présenté des difficultés très grandes qu'il serait très utile de faire connaître.

**23.** — *Types divers de souterrains.* — L'album contient les types adoptés pour les souterrains à une et deux voies.

Fig 8




Digitized by Google

Ces types présentent des piédroits toujours courbes et une voûte qui, pour les tunnels à deux voies, est en plein cintre et qui a cinq centres pour ceux à une voie.

Leur schéma répond aux deux sections de la figure 8 et peut être défini par les quatre dimensions marquées $a, b, c, d$.

Le tableau suivant, n° 3, contient ces quatre dimensions ainsi que les surfaces du vide intérieur jusqu'au rail et du vide complet jusqu'à la plate-forme, y compris l'aqueduc.

Dans la colonne des observations, les dimensions de l'aqueduc sont données par deux chiffres, le premier correspond à la largeur, le second à la hauteur, y compris l'épaisseur de la dalle et dont la surface supérieure est au niveau du rail.

Les types des souterrains pour *une voie* sont tout à fait analogues à ceux qui ont été adoptés vers 1860 sur la proposition de M. Protche, Ingénieur français des Ponts et Chaussées et Ingénieur en chef des lignes qui formaient alors le réseau de l'Italie Centrale, dont le centre était à Bologne.

Ces types, sauf peu de changements, ont été adoptés ensuite par la Société des chemins de fer Calabro-Sicules, et par la Société constructrice du chemin de fer du Littoral Ligure.

Nous avons été un des collaborateurs de M. Protche : nous voyons donc avec satisfaction ces types consacrés désormais par l'usage dans la construction des tunnels en Italie. Nous hasarderons cependant la crainte que la largeur $a$ de 4,20 $m$ pour les tunnels des lignes de deuxième catégorie ou secondaires ne s'éloigne un peu trop de celle de 4,50 $m$, exigée pour tous les ouvrages d'art de toutes les lignes, quelle que soit leur catégorie.

**24.** — *Partie dite artificielle des souterrains exécutée à ciel ouvert.* — En Italie, dans la longueur totale des souterrains, on distingue toujours la partie dite artificielle et celle souterraine. Il arrive souvent, en effet, que les positions des têtes sont avancées dans la tranchée d'approche par suite de diverses circonstances ; la partie correspondante est alors excavée et maçonnée à ciel ouvert et, par suite, payée aux prix de la série des travaux ordinaires ; elle ne fait donc pas partie de ceux dits souterrains, et prend le nom de *partie artificielle*.

Digitized by Google

## TABLEAU N° 3. — Dimensions et sections des divers types de souterrains.

| INDICATION DES LIGNES ET DES SOUTERRAINS | LETTRE du TYPE | LARGEUR a au niveau des rails | LARGEUR b aux naissances de la voûte | HAUTEUR des PIÉDROITS c | HAUTEUR totale SOUS CLÉ d | SURFACE DU VIDE jusqu'au rail | SURFACE DU VIDE jusqu'à la plate-forme ou jusqu'au radier | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Souterrains à deux voies : | | *m* | *m* | *m* | *m* | $m^2$ | $m^2$ | |
| Ligne Rome-Segni, type sans radier. . . . . | » | 7,70 | 8 » | 2 » | 6 » | 40,93 | 44,91 (1) | (1) Avec un seul aqueduc de 0,30 *m* × 0,85 *m*. |
| Souterrain du Turchino : | | | | | | | | |
| Sans radier . . . . . | A | 7,70 | 8 » | 2 » | 6 » | 40,93 | 45,56 (2) | (2) Avec deux aqueducs de 0,30 *m* × 1,20 *m*. |
| Avec radier . . . . . | B | 8 » | 8,40 | 1,70 | 5,90 | 41,77 | 48,56 | |
| Souterrains à une voie : | | | | | | | | |
| Ligne d'intérêt général ou de première catégorie : | | | | | | | | Ligne de Sparanise-Gaeta. Partie de ligne directe Rome-Naples. |
| Sans radier . . . . . | A | 4,60 | 5 » | 2 » | 5,50 | 23,44 | 25,75 (3) | (3) Avec un aqueduc de 0,40 *m* × 0,70 *m*. |
| Avec radier . . . . . | B | 4,60 | 5 » | 2 » | 5,50 | 24,76 | 27,94 | |
| Ligne d'intérêt général et de deuxième catégorie : | | | | | | | | Lignes de Gênes-Asti et de Varese-Porto Ceresio. |
| Sans radier . . . . . | A | 4,20 | 4,60 | 2 » | 5,50 | 21,64 | 23,77 (4) | (4) Avec un aqueduc comme ci-dessus. |
| Avec radier . . . . . | B | 4,20 | 5,40 | 2 » | 5,50 | 24,51 | 27,43 | |
| Ligne secondaire : | | | | | | | | Autres lignes que les précédentes. |
| Sans radier . . . . . | A | 4,20 | 4,60 | 2 » | 5 » | 19,71 | 21,24 (5) | (5) Avec un aqueduc de 0,40 *m* × 0,60 *m*. |
| Avec radier . . . . . | B | 4,20 | 5 » | 2 » | 5 » | 21,39 | 24 » | |

Digitized by Google

## Souterrain du Turchino.

**25.** — *Données générales.* — Le projet de ce souterrain fut approuvé par le Ministère des Travaux publics le 17 juin 1889, date servant de point de départ au délai de huit ans, fixé par la concession pour l'achèvement du tronçon où se trouve ce souterrain.

Ce tunnel a une longueur totale de 6 447,64 *m*. Il est en courbe sur une longueur insignifiante de 61,69 *m* à la tête sud, avec un rayon de 1 000 *m* : il est en rampe continue de 12 pour 1 000 du sud vers le nord. Les cotes extrêmes sont 317,54 et 354,82.

Les parties *artificielles* sont de 10 *m* à la tête sud et de 10,04 *m* à la tête nord : la partie souterraine proprement dite est donc de 6 427,60 *m*.

Les huit années accordées pour l'exécution de cet important ouvrage correspondent en nombre rond à 2 900 journées ; si on les réduit à 2 500 pour études, préparatifs ou autres causes, il aurait suffi, en travaillant seulement à partir des deux têtes, de faire 0,65 *m* par jour à chacune d'elles.

On crut cependant convenable d'accélérer le travail en fonçant un puits de 72,40 *m* distant de 3 758,74 *m* de la tête sud ; il devait être fort utile, d'ailleurs, pour la ventilation du tunnel pendant l'exploitation.

**26.** — *Nature du terrain.* — Lorsque la Société dressait le projet de ce souterrain, elle demanda, en octobre 1888, à M. Torquato Taramelli, Professeur de géologie à l'Université de Pavie, de faire une étude du terrain sur le tracé projeté, et d'exposer dans un rapport la nature probable des terrains traversés, l'inclinaison et l'épaisseur des diverses couches et leur degré de dureté.

M. Taramelli, au moyen des observations qu'il fit sur les lieux et en s'aidant des études géologiques parues sur l'Apennin Ligure, put remettre à la Société, en décembre 1888, le rapport qui est joint *in extenso* à la Relation dont nous parlons, ainsi qu'un plan et un profil géologiques reproduits dans la planche 65.

On voit, dans ce rapport, que les terrains traversés sont formés de roches cristallines et azoïques telles que : schistes argilo-talqueux quartzifères, roches serpentineuses et amphiboliques, schistes calcaires talqueux. Les géologues sont encore divisés quant à l'origine et la classification de ces diverses roches.

Digitized by Google

**27.** — *Eaux.* — M. Taramelli devait aussi s'occuper des eaux d'infiltrations. Il se borne à rappeler que des formations schisteuses semblables ont été traversées au tunnel du Saint-Gothard, vers Airolo, et qu'elles ont donné un maximum de 348 *l* d'eau par seconde, soit 1 250 $m^3$ à l'heure. Cela était peu rassurant.

**28.** — *Température.* — Il n'y avait, par contre, aucune inquiétude à avoir relativement à la température, vu la faible épaisseur du terrain entre la voie et la surface du sol.

M. Taramelli rappelle qu'au Mont-Cenis, on a constaté une température maxima de 29° et une augmentation de température de 1° C pour 31,50 *m* d'épaisseur de terrain, ce dernier chiffre représentant ce qu'on appelle le degré géothermique.

Au Saint-Gothard, la température maxima de la roche a été de 30°5, avec un degré géothermique correspondant de 32,30 *m*.

Mais la moindre altitude de la région, le manque de neiges perpétuelles et de glaciers, la température plus élevée des eaux souterraines et aussi la proximité des sources chaudes d'Acqui, d'Acquasanta et de Voltaggio formaient un ensemble de circonstances qui fit adopter à M. Taramelli le degré géothermique réduit de 40 *mm* avec une température moyenne de 12° C pour Campo Ligure, localité voisine du souterrain.

De là le tableau suivant, extrait du Rapport indiqué ci-dessus, qui donne également les épaisseurs de terrain au-dessus de la plate-forme.

Tableau n° 4.

**Températures probables.**

| DISTANCE de la TÊTE SUD | COTE du TERRAIN | ÉPAISSEUR entre LE TERRAIN et LA VOIE | TEMPÉRATURE PROBABLE de la roche dans le tunnel. | OBSEVRATIONS |
|---|---|---|---|---|
| *m* | *m* | *m* | degrés c. | |
| 500 | 451 | 169 | 15,7 | |
| 1 425 | 681 | 390 | 21,2 | Point de partage des eaux. |
| 2 300 | 500 | 200 | 16,5 | |
| 3 450 | 467 | 156 | 15,4 | |
| 3 800 | 390 | 76 | 13,4 | |
| 4 800 | 610 | 287 | 18,7 | |
| 5 430 | 450 | 110 | 14,3 | |
| 5 800 | 380 | 46 | 12 | |
| 6 250 | 450 | 111 | 14,3 | |

Digitized by Google

**29.** — *Installations mécaniques.* — Elles sont indiquées dans le tableau suivant, n° 5.

Les chiffres de ce tableau correspondent à la période la plus active du travail ; car il va de soi qu'on a commencé partout avec les moyens les plus élémentaires et que les machines et appareils ne furent installés qu'au fur et à mesure des besoins.

On n'a pu utiliser les eaux de la surface, comme puissance motrice, que dans la première installation de la tête sud, et pour un chiffre assez faible de 70 *ch.*

La troisième installation de la tête sud faite en janvier 1893, a servi de réserve et n'a travaillé que dans le cas de réparations aux autres moteurs.

Au puits, la puissance en réserve était de 110 *ch*, et à la tête nord de 60 *ch*, ce qui forme un ensemble de 270 *ch* de réserve.

Les perforatrices, au nombre de 35, et dont le nombre a été mis entre parenthèses, provenaient du souterrain de Cremolino (voir § 59 et suivants) ; les sept Mac Kean Seguin n'ont pas été utilisées.

### Chantier de la tête sud.

**30.** — *Travail à la main.* — L'entrée en galerie d'avancement a lieu le 27 octobre 1889 avec les moyens ordinaires et le système belge (avancement en calotte). On continue jusqu'au 4 juillet 1890 (250 jours) avec un avancement de 166,50 *m* (0,666 *m* par jour).

Le travail est alors suspendu jusqu'au 16 octobre 1890 (104 jours) pour réorganiser le chantier, de manière à installer la perforation mécanique, en mettant la galerie d'avancement au niveau de la plate-forme : on en profite pour exécuter le revêtement complet sur 80 *m* environ à partir de la tête.

Les perforatrices sont installées à 164 *m* de la tête sud. Si l'on compte les 104 jours perdus et l'avancement sur les 164 premiers mètres, on n'a plus que 0,463 *m* par jour écoulé.

**31.** — *Perforation mécanique.* — La galerie d'avancement était, comme nous venons de le dire, au niveau de la plate-forme. On pratiquait à chaque intervalle de 40 *m* une cheminée au moyen de laquelle on perçait ensuite à droite et à gauche, la galerie en calotte; puis, les autres travaux se suivaient dans l'ordre in-

Digitized by Google

## Tableau n° 5.

### Installations mécaniques du souterrain du Turchino.

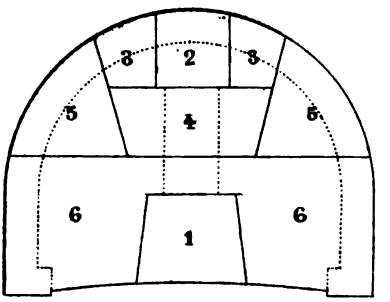
| INDICATION des CHANTIERS | MACHINES MOTRICES | | | COMPRESSEURS A AIR | | | | NOMBRE de réservoirs d'air | NOMBRE de réservoirs d'eau | MACHINES DIVERSES | POMPES | | ATELIERS | | | | WAGONETS | MACHINES PERFORATRICES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NOMBRE de machines | NOMBRES DE CH | | NOMBRE | DIAMÈTRE du cylindre | COURSE du piston | NOMBRE d'atmosphères | | | | NOMBRE | Débit en mètres cubes par heure | TOURS | LIMEUSE | PERCEUSE | MEULES | | |
| | | Partiels | Totaux | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tête sud : | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1re installation. . . | 4 | 145 | | | | | | | | 1 dynamo | | | | | | | | |
| Octobre 1890. | | | | 4 | 0,44 | 0,60 | 5 | 2 | 1 | 6 000 watts. | | | | | | | | 10 Segala. |
| 2e installation. . . | 1 | 100 | 345 | | | | | | | | » | » | 2 | 1 | 1 | 2 | 144 | (10) |
| Mai 1891. | | | | 2 | 0,44 | 0,60 | 5 | 1 | » | | | | | | | | | Blanchod. |
| 3e installation. | 1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Janvier 1893. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 20 | | | | | | | | Machine | | | | | | | | |
| | 1 | 24 | | 2 | 0,44 | 0,60 | 3 1/2 | 1 | 1 | d'extraction, | | | | | | | | 2 Ferroux. |
| Puits. . . . . | 1 | 50 | 410 | 2 | 0,25 | 0,50 | 2 1/2 | 1 | » | tambour, | 5 | 193 | 1 | » | 1 | » | 65 | 1 Segala. |
| | 2 | 80 | | | | | | | | chevalet | | | | | | | | |
| | 3 | 136 | | | | | | | | à molettes. | | | | | | | | |
| Tête nord : | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 Segala. |
| 1re installation . . | 4 | 154 | | 2 | 0,44 | 0,60 | 3 1/2 | 1 | 1 | | | | | | | | | (18) |
| 2e installation. . . | 1 | 100 | 254 | 2 | 0,25 | 0,50 | 3 1/2 | 1 | » | | 6 | 194 | 2 | 1 | 1 | » | 65 | Ferroux. |
| Février 1893. | | | | 2 | 0,44 | 0,60 | 3 1/2 | 1 | 1 | | | | | | | | | (7) Seguin. |
| Totaux. . . | 20 | » | 1 009 | 16 | » | » | » | 8 | 4 | » | 11 | 387 | 5 | 2 | 3 | 2 | 274 | 50 |



Digitized by Google

diqué par les divers numéros de la figure 9. La cheminée la plus voisine du front d'attaque inférieur en était distante de 45 *m* environ. La voûte était exécutée avant les piédroits.

Fig. 9.




Les perforatrices étaient appliquées seulement à l'avancement inférieur, qui avait une section transversale de 7 à 7,50 $m^2$. L'affût portait quatre perforatrices à air comprimé du système Blanchod ou Segala.

Lorsqu'elles opéraient, on faisait agir quatre compresseurs d'air faisant 60 tours à la minute et donnant une pression de 5 *atm* dans le réservoir (6 absolues). Le calcul montre que le travail fait correspondait à un chiffre maximum de 256 *ch.*

Pendant l'enlèvement des déblais, l'air comprimé ne servait que pour la ventilation : deux compresseurs seulement étaient en mouvement, avec une pression de 2 *atm* effectives et un travail de 73 *ch.*

La conduite d'air pour les deux premiers kilomètres avait 0,12 *m* de diamètre et 0,10 pour les suivants.

Les ouvriers de la perforation mécanique étaient organisés en deux escouades pour chaque opération :

1re escouade de 9 mécaniciens pour la perforation :

1 chef;
4 ouvriers aux perforatrices;
2 — aux robinets de l'affût;
1 — aux fleurets;
1 garçon.

2e Escouade de 18 ouvriers pour l'enlèvement des déblais :

1 chef;
1 ouvrier pour mettre le feu aux mines;
1 porte-dynamite;
2 manœuvres pour les corbeilles;
8 — sur les wagonets;
4 — avec des masses :
1 garçon.

Digitized by Google

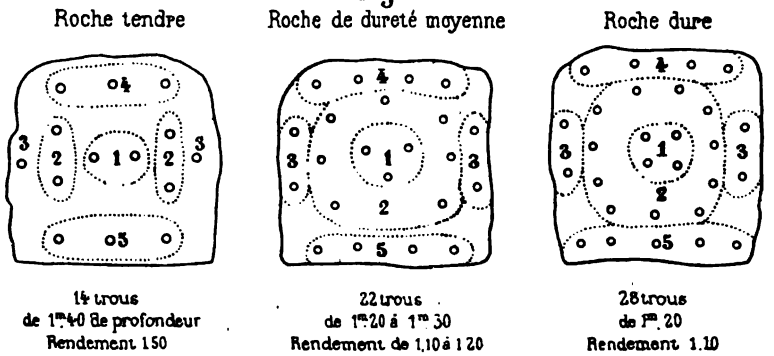
Il y avait généralement trois postes d'ouvriers par 24 heures ; l'excavation prenait 9 heures et l'enlèvement des déblais occupait les quinze autres.

La galerie d'avancement a toujours été boisée ; si le boisage devait être fait aussitôt après le déblai, les escouades de la perforation s'en chargeaient ; s'il se faisait ensuite, il était exécuté par les ouvriers occupés à l'entretien de la galerie d'avancement.

Le nombre mensuel des journées d'ouvriers qui travaillaient dans le souterrain au chantier tête sud a varié pendant la perforation mécanique de 4426 à 35 327.

**32.** — *Trous de mines, fleurets et dynamite consommée.* — Le nombre des trous de mine pratiqués à l'avancement avec les perforatrices, dépendait de la nature de la roche. La figure 10 indique la disposition généralement adoptée pour ces trous, dont le nombre minimum fut de 10 et le maximum de 30.

**Fig.10**




La graduation des fleurets pour exécuter un même trou, avec les perforatrices, était la suivante :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Longueur : | 0,70 | — diamètre : | 35 *mm* | — Biseau : | 50 *mm*. |
| — | 1,00 | — | 32 | — | 42 |
| — | 1,50 | — | 28 | — | 38 |
| — | 2,20 | — | 25 | — | 35 |

La dynamite consommée a été en moyenne, par mètre cube :

de 1,40 *kg* pour la roche tendre ;
2,30 *kg* — dure :
3,00 *kg* — très dure.

Digitized by Google

**33.** — *Avancements.* — Voici les avancements maxima constatés : le 10 janvier 1892, on a fait 5,20 *m* ; le 11 on arrive à 6,50 *m* et le lendemain à 4,20 ; soit 5,30 *m* en moyenne dans les trois jours, avec des trous de 1,30 *m* de profondeur. Mais, le 30 septembre 1892, on a obtenu l'avancement maximum de 5,55 *m*, dans des schistes calcaires de moyenne dureté ; on fit sur la section de 7,50 $m^2$, cinq perforations en 29 heures, correspondant à 20 trous de 1,20 *m* et un rendement de 1,34 *m*, soit un avancement de 6,70 *m* qui, réduit à 24 heures, donne 5.55 *m*. La durée moyenne de chaque période de travail, fut de 5 h. 48 m., dont 2 h. 48 m. pour l'excavation et 3 heures pour l'enlèvement des déblais.

Quant aux avancements mensuels, ils résultent d'un tableau très complet, inséré à la page 144 de la Relation : le maximum a été de 185 *m* dans les deux derniers mois d'octobre et de novembre 1893.

**34.** — *Organisation des divers travaux du souterrain.* — La planche 31 de l'Album contient un diagramme des plus intéressants, ayant pour abscisses les longueurs du souterrain et pour ordonnées le temps écoulé. Cinq lignes y sont tracées, correspondant aux travaux suivants :

Avancement inférieur ;
— supérieur ;
Voûte ;
Stross ;
Piédroits.

On peut donc se rendre un compte détaillé de l'allure de chacun des travaux, c'est-à-dire de la distance à laquelle ils se trouvaient les uns des autres, et du temps qui s'écoulait pour passer de l'un à l'autre.

En se reportant à cette planche, on voit que, le 9 juillet 1891, la voûte était distante de l'avancement de 450 *m* environ et les piédroits, c'est-à-dire la maçonnerie terminée, de 600 *m*. On n'hésita pas à faire cesser une telle situation, qui paraissait dangereuse : l'avancement inférieur fut suspendu pendant 83 jours (du 9 juillet au 1er octobre 1891) jusqu'à ce que la voûte fût rapprochée à 240 *m* et les piédroits à 350 *m*.

M. J. Ladame a publié, en 1889, un ouvrage intitulé : *Chemin de fer de Calais à Milan : les grands tunnels des Alpes et du Jura.*



Digitized by Google

On y trouve des renseignements sur plus de 500 tunnels exécutés en France, en Angleterre, en Espagne, en Suisse et en Italie. On y voit, p. 101, qu'au tunnel du Gothard, les ouvriers étaient disséminés sur une énorme longueur de 5.000 *m*, ce qui fut une des causes des difficultés qui retardèrent l'exécution de ce souterrain. Par contre, le même ouvrage indique, page 121, qu'à l'Arlberg (10 260 *m* de long), le cahier des charges imposait aux entrepreneurs une distance maximum de 600 *m* entre l'extrémité du tunnel complètement achevé et le *front de taille* ; mais cette distance paraît n'avoir pas dépassé 500 *m* dans l'exécution, d'après un renseignement donné à la page 101 du même ouvrage.

Au tunnel du Turchino, le diagramme montre que, pour les travaux de la tête sud, la distance dont nous parlons était en moyenne de 400 *m*, ce qui correspond à une bonne organisation des chantiers,

**35.** — *Transports.* — Ils se sont effectués d'abord à bras, puis avec 12 chevaux. En novembre 1891, à 1 100 *m* de la tête, on a employé de petites locomotives Kraus de 75 *ch* chacune. Une seule, des trois existant sur le chantier, était en service — rarement deux étaient nécessaires. Un train se composait le plus souvent de 60 wagonets — chargés ou vides.

**36.** — *Rencontre avec le chantier suivant venant du puits.* — Cette rencontre eut lieu le 30 novembre 1893, soit après 1 141 jours et à 3 340 94 *m* de la tête. On a donc fait 3,476 34 *m*, soit 2,78 *m* d'avancement par jour ; mais, si on tient compte des 83 jours de suspension de travail, l'avancement a été, en réalité, de 3 *m* par jour.

**37.** — *Eaux.* — Les eaux avaient leur écoulement naturel, par suite de la pente du souterrain.

Il est toutefois intéressant de savoir que le débit à la tête commença par être de 30 $m^3$ à l'heure, pour augmenter progressivement jusqu'au-dessus de 100 $m^3$ avec un maximum de 185 $m^3$ en octobre 1893.

Digitized by Google

CHANTIER DU PUITS.

**38.** — *Fonçage du puits.* — Le puits a une profondeur de 72,40 *m*, accrue de 2,69 *m* au-dessous de la plate-forme pour former puisard. La section est elliptique avec des diamètres de 3,70 et 3,20 *m*.

Il est distant de 3 758,74 *m* de la tête sud, et son axe est placé à 12 *m* de celui du chemin de fer.

Son exécution, commencée le 12 septembre 1889, fut terminée le 30 septembre 1890, ce qui correspond à un avancement de 0,20 par jour. Ce faible chiffre a été causé par des infiltrations abondantes. Dès novembre 1889, on avait 24 $m^3$ à l'heure; en mars 1890, il fallut épuiser 45 $m^3$.

La galerie de raccordement avec l'axe de la voie de 12 *m* de longueur, et 3,60 *m* de largeur environ a été exécutée du 21 octobre au 13 décembre 1890 (53 jours).

**39.** — *Avancement au sud du puits.* — La galerie d'avancement vers le sud du puits fut faite avec les moyens ordinaires, c'est-à-dire à la main.

Le percement fut assez lent; la roche était compacte; il n'y avait que 80 ou 100 *m* de distance entre le revêtement complet et le front d'attaque : du 13 décembre 1890 au 30 novembre 1893, époque de la rencontre avec la chantier de la tête sud, on ne fit que 408,30 *m*; soit 0,39 par jour. Il ne fut constaté, lors de cette rencontre, aucune erreur de direction. Les eaux augmentèrent progressivement de 2 à 25 $m^3$ à l'heure dans le dernier mois.

Notons ici que les deux petits compresseurs de 0,25 *m* de diamètre et de 0,50 *m* de course, inscrits au tableau des installations, furent enployés à mettre en action deux pompes placés à l'avancement et consommant 24 *ch*, afin d'envoyer l'eau dans le puisard pour y être reprise par les grandes pompes.

**40.** — *Avancement au nord du puits.* — L'avancement vers le nord, en rampe favorable au travail, fut commencé à la main le 13 décembre 1890, et continué jusqu'au 30 mars 1892 (473 jours) on exécuta 440 *m*, soit 0,93 *m* par jour. La roche étant alors très compacte, on appliqua la perforation mécanique du 30 mars au 19 juin 1892 (81 jours), on exécuta ainsi 135 *m*, soit 1,64 *m* par jour; une augmentation des eaux obligea d'y renoncer, et de consacrer à l'épuisement toute la puissance disponible. On reprit

Digitized by Google

donc le travail à la main du 19 juin 1892 au 31 octobre 1893 (499 jours) sur 443,14 *m* (0,89 *m* par jour).

Le revêtement complet suivit l'avancement à la brève distance de 100 *m* environ.

Cet avancement et le puits ont donné 40 $m^3$ d'eau à l'heure dès le commencement de ce travail, puis les eaux augmentèrent en se maintenant à 100 $m^3$, pour s'élever, lors de la rencontre des avancements, au chiffre maximum de 150 $m^3$ à l'heure.

**41.** — *Organisation des chantiers des deux avancements sud et nord du puits.* — « Le travail de ces deux avancements, dit la Relation, page 53, a été organisé, comme à la tête sud, avec la galerie inférieure, mais réduite à une section de 3,80 $m^2$. Trois couples de mineurs y travaillaient généralement par chaque poste, mettant en moyenne deux heures pour un trou de 0,65 *m*; on avait par poste et par avancement douze trous, avec avancement réel de 0,35 *m*. Chaque mine était chargée de 0,28 *kg* de dynamite. La consommation par mètre linéaire d'avancement, était d'environ 10 *kg* de dynamite et de 1,70 *kg* environ par $m^3$ d'excavation. »

**42.** — *Épuisements totaux par le puits.* — Les épuisements des eaux provenant des deux chantiers nord et sud du puits, ont atteint assez rapidement 170 $m^3$ à l'heure avec un maximum de 175 $m^3$. Le tableau n° 2 montre qu'on a dû installer cinq pompes (système Tangyes), d'un débit total de 193 $m^3$, ce qui eut lieu au fur et à mesure des besoins; elles étaient placées au-dessus du puisard et dans le souterrain : il y avait en outre d'autres petites pompes.

**43.** — *Puissance motrice.* — « Quoiqu'il soit difficile, dit la Relation, page 53, de faire une répartition du travail employé dans les divers services de ce puits, on peut toutefois admettre que la machine d'extraction, prenait 30 *ch* et les épuisements 165 dans la période de la plus grande activité. La puissance totale disponible sur le chantier était de 410 *ch* (comme il résulte du tableau n° 2), dont 300 *ch* en activité de service, et le reste en réserve; une proportion aussi notable de puissance disponible, ne peut être considérée comme excessive, si l'on réfléchit à l'énorme dommage que l'on aurait éprouvé, dans le cas où les épuisements auraient été insuffisants. »

Il faut aussi tenir compte des pronostics inquiétants déduits de ce qui s'était passé au Saint-Gothard.

Digitized by Google

CHANTIER DE LA TÊTE NORD.

**44.** — *Travail à la main.* — L'attaque de la galerie d'avancement se fit tout de suite au niveau de la plate-forme et commença le 27 octobre 1889; elle fut continuée avec le travail à la main jusqu'au 20 février 1893 (1 212 jours), sur une longueur de 1 048,40 *m*, avec une suspension du 19 janvier 1890 au 2 septembre 1890 (226 jours), pendant laquelle on exécuta les revêtements de presque toute cette portion, où se trouvaient de mauvais terrains.

Si l'on déduit la suspension de travail, on a un avancement de 1,06 *m*, qui s'abaisse à 0,865 *m*, en comptant la totalité de 1 212 jours.

La distance entre le revêtement complet et le front d'attaque, fut de 120 *m* seulement en moyenne.

Il faut noter que la planche 33 de l'album indique pour la ventilation de ce chantier, un puits incliné à 45° de 12,70 *m*, suivant la pente, et placé à 93,30 *m* de l'origine de la galerie d'avancement.

**45.** — *Perforation mécanique.* — A partir du 20 février 1893, la la perforation mécanique fut appliquée sur une échelle modeste; on exécuta 602,22 *m*, jusqu'à la rencontre avec le chantier nord du puits, rencontre survenue sans aucune erreur de direction, le 31 octobre 1893 (253 jours de travail), soit un avancement journalier de 2,38 *m*.

On faisait en moyenne deux perforations par jour, avec un minimum de 14 trous, et un maximum de 28, selon la roche. La pression de l'air était de 3 *atm*, tant à l'affût qu'aux pompes; La perte de pression entre les réservoirs et l'affût, variait de 1/2 à 1/4 d'atmosphère.

Lorsque les perforatrices furent installées, le revêtement total était exactement à 100 *m* de l'avancement. Cette distance s'accrut pour arriver à 350 *m* lors de la rencontre.

**46.** — *Épuisements.* — La quantité d'eau à épuiser fut d'abord de 10 $m^3$ à l'heure et augmenta assez rapidement jusqu'à un maximum de 65 $m^3$, puis les eaux diminuèrent, et il n'y avait plus que 40 $m^3$, lors de la rencontre avec le chantier nord du puits.

On commença par épuiser avec quatre pompes à bras, puis on installa des pompes à vapeur dans le souterrain même. Les graves inconvénients causés par la fumée et la chaleur, firent renon-

Digitized by Google

cer à ce système, et adopter l'air comprimé comme agent de transmission de travail. De là les compresseurs qui figurent dans le tableau n° 2.

47. — *Puissance motrice et transports.* — La perforation mécanique a exigé l'installation d'une deuxième machine de 100 *ch* en février 1893. Cette perforation, avec la ventilation et les épuisements, exigeaient 194 *ch*, qui se réduisaient à 124 *ch* pendant l'enlèvement des déblais.

Rappelons qu'il restait en réserve 60 *ch*.

Les transports furent faits d'abord avec des chevaux, puis ensuite avec deux locomotives, l'une de 20, l'autre de 40 *ch*.

### Données générales sur le percement du souterrain.

48. — *Avancements des divers chantiers.* — Nous venons de voir que l'avancement de la tête nord et celui de la galerie nord du puits s'étaient rencontrés le 31 octobre 1893, puis que, le 30 novembre suivant, avait lieu la deuxième rencontre de la tête sud, avec la galerie sud du puits, de sorte que le percement du souterrain entier a été exécuté du 27 octobre 1889 au 30 novembre 1893, soit en 1 495 jours.

Le tableau suivant résume tout ce qui concerne les divers avancements.

On voit que le travail à la main a eu lieu sur 39 0/0 de la longueur totale, celui à la machine sur 61 0/0.

Après le 30 novembre 1893, jour du percement complet de la galerie d'avancement, les travaux progressèrent comme suit en 1894 :

16 janvier. — Rencontre en calotte.

17 mars. — Fermeture du dernier anneau.

28 avril. — Achèvement des piédroits.

13 mai. — Achèvement de l'aqueduc et du tunnel entier, 5 mois et 13 jours après la rencontre à l'avancement.

16 juin. — Achèvement du ballastage et de la pose de la voie.

17 juin. — Passage du train d'inauguration 6 mois et 17 jours après la rencontre à l'avancement, et 5 ans exactement après l'approbation ministérielle, avec une avance de trois années sur le délai fixé par la concession.

Cette avance est un véritable succès, que les détails donnés ci-dessus expliquent d'ailleurs, d'une façon complète.

Digitized by Google

## Tableau n° 6.

### Souterrain du Turchino. — Avancements.

| INDICATION des CHANTIERS | DATES | TRAVAIL À LA MAIN | | | TRAVAIL A LA MACHINE | | | TRAVAIL TOTAL | | | TRAVAIL proportionnel des chantiers |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LONGUEUR | NOMBRE de jours | Avancement moyen | LONGUEUR | NOMBRE de jours | Avancement moyen | LONGUEUR | NOMBRE de jours | AVANCEMENT moyen | |
| | | *m* | | | *m* | | | *m* | | | |
| Tête sud . . . . | 27 octobre 1889 . | » | » | » | » | » | » | | | | |
| — . . . . | 16 octobre 1890 . | 164 » | 354 | 0,46 | » | » | » | 3340,34 | 1495 | 2,23 | 0,52 |
| — . . . . | 30 novembre 1893 | » | » | » | 3176,34 | 1141 | 2,78 | | | | |
| Puits . . . . . | 13 décembre 1890 | 418,50 | 1083 | 0,39 | » | » | » | 418,50 | 1083 | 0,39 | 0,065 |
| Galerie sud . . . | 30 novembre 1893 | | | | | | | | | | |
| Galerie nord. . . | 13 décembre 1890 | » | » | » | » | » | » | | | | |
| — . . . | 30 mars 1892 . . | 440 » | 473 | 0,93 | » | » | » | | | | |
| — . . . | 19 juin 1892. . . | » | » | » | 135 » | 81 | 1,64 | 1018,14 | 1053 | 0,963 | 0,158 |
| — . . . | 31 octobre 1893 . | 443,14 | 499 | 0,89 | » | » | » | | | | |
| Tête nord . . . . | 27 octobre 1889 . | » | » | » | » | » | » | | | | |
| — . . . . | 20 février 1893. . | 1048,40 | 1212 | 0,865 | » | » | » | 1650,62 | 1465 | 1126 | 0,257 |
| — . . . . | 31 octobre 1893 . | » | » | » | 602,22 | 253 | 2,38 | | | | |
| | Totaux . . . | 2514,04 39 0/0 | | | 3913,56 61 0/0 | | | 6427,60 | | | 1,000 |



Digitized by Google

Relativement au temps écoulé entre la rencontre des avancements et l'achèvement des maçonneries ou bien l'inauguration du tunnel, il est intéressant de relever les indications suivantes dans l'ouvrage déjà cité de M. J. Ladame.

Au Mont-Cenis (page 47), la galerie a été percée le 25 décembre 1870. L'inauguration a eu lieu le 17 septembre 1871, soit 8 mois et 23 jours.

Au Saint-Gothard (page 107), le percement a été achevé le 29 février 1880; les travaux ont été terminés le 31 décembre 1881, soit 22 mois d'intervalle !

A l'Arlberg (page 122), le tunnel a été percé le 13 novembre 1883 et achevé le 31 mai 1884, après 6 mois et 17 jours.

Notons enfin que l'album contient 6 planches du plus grand intérêt sur tout ce qui concerne ce tunnel.

**49.** — *Déblais, Dynamite, Voûte, Radier et Aqueduc.* — Le cube total des déblais représente 60 $m^3$ par mètre linéaire.

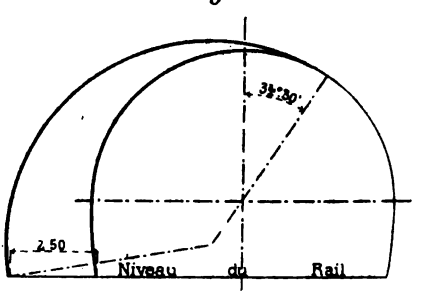
On employa 198 tonnes de dynamite, soit 0,52 *kg* par mètre cube.

L'épaisseur moyenne de la voûte est de 0,80 *m* avec un minimum de 0,54 *m* et un maximum de 1,54 *m*.

Le radier a été exécuté sur 1 520 *m* environ, avec un minimum de 0,40 *m* et un maximum de 0,67 *m*; mais il avait généralement 0,54 *m*.

Dans les parties du tunuel sans radier, il y avait un aqueduc à chaque piédroit, d'une largeur de 0,30 *m* et d'une profondeur de 1,20 *m*. Lorsqu'il y avait un radier, l'aqueduc était au milieu du souterrain : il avait 1 *m* de largeur, des piédroits de 0,15 *m* et une voûte en plein cintre de 1 *m* de diamètre.

Fig. 11.




**50.** — *Refuges.* — Il y a trois sortes de refuges : 1° de simples niches de 1,80 *m* de largeur, 1,80 *m* de piédroits et de 1 *m* de profondeur; 2° les chambres de refuge, de 4 *m* de largeur, 2 *m* de piédroits et 4 *m* de profondeur, avec cloison et porte placées à 1 *m* du parement du tunnel; 3° les chambres de dépôt, de 20 *m* de longueur, 2,50 *m* de profondeur et présentant la section du croquis ci-dessus n° 11.

Digitized by Google

205 niches sont distantes de 30 *m* d'axe en axe et alternées dans les deux piédroits.

Il y a 6 chambres de refuge le long du piédroit gauche et 5 chambres de dépôt à droite.

**51.** — ***Machines perforatrices.*** — A la tête sud, on a employé des perforatrices Blanchod et Segala, et à la tête nord, celles de Ferroux, qui avaient servi au souterrain de Cremolino, dont nous parlerons plus loin.

La Relation donne des détails sur ces systèmes, et l'album contient les dessins de l'affût et des machines.

On peut se rendre compte de la résistance du mécanisme par la durée du travail en galerie sans réparation, et par la dépense journalière qui s'ensuit. On a constaté les chiffres suivants :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Perforatrice | Blanchod, | 7 jours. | Dépense journalière | | 21,70 *f* |
| — | Ferroux, | 15 — | — | — | 18,75 *f* |
| — | Segala, | 51 — | — | — | 9,40 *f* |

Les perforatrices Blanchod ont été trouvées défectueuses pour diverses autres raisons ; on put cependant y remédier ; elles exigent une pression de 4 1/2 *atm* et une quantité d'air de 0,594 $m^3$ par minute.

Les machines Segala sont très simples, légères, et par suite très maniables : une pression de 3 *atm* leur suffit avec 0,414 $m^3$ d'air à la minute. La percussion même travaillant avec détente dans la marche en avant, est supérieure à celle des autres perforatrices, parce qu'il n'y a aucun choc dans le mouvement de la distribution.

Les machines Ferroux donnèrent, sans aucun doute, le meilleur résultat de toutes, sauf les nombreuses réparations qu'elles ont exigées. Elles demandent une pression de 3 *atm* et 0,552 $m^3$ d'air à la minute.

Les machines Mac Kean-Séguin ont servi au souterrain du Cremonino et n'ont pas été utilisées à celui du Turchino. Elles ont donné des effets à peu près identiques à ceux des Ferroux, excepté dans les coups percés en montant, où il fallait plus de temps. Leurs réparations, quand elles sont bien construites, sont un peu moindres que pour les Ferroux ; on a trouvé utile d'y introduire quelques améliorations. Il leur faut 3 1/2 *atm* et 0,523 $m^3$ d'air à la minute.

Digitized by Google

52. — *Nature du terrain.* — M. Taramelli, après avoir fait son rapport sur les terrains qu'il prévoyait devoir être rencontrés, en fit un deuxième, où il parle des observations récentes de divers géologues sur la région traversée par la ligne Gênes-Ovada-Acqui. Il y mentionne le fait fort intéressant qu'on venait de trouver des fossiles secondaires dans des schistes calcaires de la vallée de Grana, en Piémont, ce qui rend impossible la liaison admise entre les roches serpentineuses alpines ou apennines et les terrains azoïques, c'est-à-dire dénués de toute trace d'être organisé.

Les Ingénieurs du souterrain ayant conservé des échantillons des roches traversées, M. Taramelli les examina attentivement, étudia de nouveau les lieux et consigna ses observations dans un troisième rapport (joint comme le deuxième à la Relation), accompagné d'une section longitudinale du souterrain, d'un plan et de diverses sections transversales (pl. 67 de l'Album). Les terrains rencontrés sont, pour presque toute la longueur, des schistes calcaires et talqueux ; on constate pourtant 3 petites couches d'euphotide et quelques couches de roches amphiboliques et de serpentine.

L'Album contient en outre un carte géologique de la région comprise entre Pegli et Rossiglione, dressée par M. le docteur Rovereto en 1896 et 1897.

Enfin, une note de M. Riva contient une étude pétrographique des rochers du tunnel, avec des photographies micro-lithologiques reproduites dans la planche 70.

Les questions géologiques relatives à ce souterrain sont donc traitées avec un soin et une ampleur qu'il convient d'autant plus de signaler avec éloge que l'on manque de renseignements semblables pour divers tunnels.

53. — *Eaux.* — M. Taramelli ne s'est pas contenté de l'étude purement géologique, il a cherché à se rendre compte de l'hydrologie souterraine le long du tunnel. Le tableau des avancements mensuels du percement, joint à ses rapports, contient aussi le débit moyen des eaux en mètres cubes et par heure pendant le mois. Il a en outre indiqué sur un plan et un profil spécial (pl. 68), l'allure probable de ces mêmes eaux souterraines.

Nous avons donné pour chaque chantier dès indications sommaires sur les eaux d'infiltration et sur leur débit en mètres cubes et par heure pendant les mois d'octobre et de novembre 1893 avant la rencontre des avancements.

Digitized by Google

Il s'écoulait alors des 4 chantiers (185 + 25 + 150 + 40) = 400 $m^3$

| | | | |
|---|---|---|---|
| En décembre, après le percement complet, on eut | | | 385 $m^3$ |
| En août 1894, | — | — | 314 $m^3$ |
| En mai 1895, | — | — | 345 $m^3$ |
| En novembre 1897, | — | — | 270 $m^3$ |

Ces chiffres sont considérables; le premier (400) n'est cependant pas même le tiers de celui de 1 250 $m^3$ à l'heure, constaté dans les terrains schisteux du Saint-Gothard.

**54.** — *Température.* — Il résulte d'une note du premier rapport de M. Taramelli (p. 120), que la température, lors des travaux du tunnel, fut observée approximativement.

Elle varia de 13 à 17°. A une profondeur de 287 *m* sous le sol, on eut 17°, et, sous le massif le plus élevé (390 *m*), on nota encore 16 à 17°, au lieu des 21°,2 prévus dans le tableau n° 4.

M. Taramelli avait donc adopté, dans ses prévisions, un degré géothermique trop faible (40 *m*) : il attribue ces faibles températures à la circulation abondante des eaux.

La question des degrés géothermiques n'est pas encore assez avancée pour qu'on puisse s'étonner des différences constatées entre les prévisions et les réalités.

### Souterrain de Cremolino entre Ovada et Acqui.

**55.** — *Données générales.* — Longueur : 3 408,16 *m* dont 3 399,46 *m* exécutés en souterrain et 8,70 *m* à ciel ouvert.

Profil en long en allant de Gênes à Asti :

| | | |
|---|---|---|
| Rampe de 2,80 pour 1 000. . . | 906 » | (213,93) |
| Palier. . . . . | 188 26 | (216,46) |
| Pente de 12,5 pour 1 000 . . . | 2 300 » | (187,71) |
| Pente de 16 pour 1 000 . . . . | 13 90 | (187,49) |
| | 3 408 16 | |

Vers 1 200 *m* de la tête sud, le terrain atteint sa plus grande hauteur (410 *m*), soit une profondeur jusqu'au rail de 194 *m* environ. Puis le terrain s'abaisse jusqu'au puits, profond de 66 *m*, et se relève à la cote 338 (profondeur approchée jusqu'à la plateforme, 163 *m*), à une distance de 600 *m* environ de la tête vers Asti.

Digitized by Google

Ce tunnel devait être terminé en quatre ans, soit en juin 1893, époque fixée pour l'ouverture de la partie Ovada-Acqui-Asti.

M. Taramelli, dans un rapport joint à la Relation, avait indiqué que la partie vers Gênes du souterrain traverserait de la marne sur 900 *m* environ, et qu'on rencontrerait ensuite des roches serpentineuses sur les 2 1/2 *km* restants. Il convenait, par conséquent, d'employer les moyens ordinaires à partir de la tête sud vers Gênes, en appliquant la perforation mécanique à la tête nord vers Asti.

Un puits de 66,04 *m*, placé à une distance de 1 840 *m* de la tête vers Gênes, fut exécuté pour accélérer le percement et surtout pour la ventilation du souterrain après la mise en exploitation.

**56.** — *Installations mécaniques.* — Le tableau n° 7 donne les installations mécaniques nécessitées par le percement du souterrain.

Après l'achèvement du tunnel, 4 machines d'une puissance totale de 340 *ch* furent envoyées aux chantiers du souterrain du Turchino pour y compléter les 1 009 *ch* du tableau n° 8 : il a donc fallu, pour les deux souterrains : 1 009 + 425 — 340 = 1 094 *ch*.

**57.** — *Chantier de la tête sud vers Gênes.* — Le tableau n° 8

TABLEAU N° 8.

**Terrains à la tête vers Gênes (Travail à la main).**

| TERRAINS TRAVERSÉS | SURFACE du FRONT D'ATTAQUE | LONGUEUR PERCÉE | AVANCEMENT MOYEN PAR JOUR |
|---|---|---|---|
| | *m²* | *m* | *m* |
| Roches marneuses compactes. . | 7,10 | 396,20 | 1,32 |
| Roches arénacées, conglomérats à ciments marneux . . . . . | 5,60 | 362,76 | 0,97 |
| Serpentines désagrégées . . . . | 5,50 | 354,58 | 1,09 |
| Serpentines très compactes. . . | 8,40 | | 0,76 |
| TOTAL ET MOYENNE GÉNÉRALE . . . . | | 1 113,54 | 0,99 |

donne les avancements exécutés à partir de cette tête ainsi que les sections des fronts d'attaque et l'avancement journalier.

Digitized by Google

## Tableau n° 7.

### Souterrain de Cremolino. — Installations mécaniques.

| INDICATION des CHANTIERS | PUISSANCE MOTRICE | | | COMPRESSEURS | | | | NOMBRE DE RÉSERVOIRS D'AIR | NOMBRE DE RÉSERVOIRS D'EAU | MACHINES DIVERSES | POMPES | | ATELIER | | | | WAGONETS | MACHINES LOCOMOTIVES | MACHINES PERFORATRICES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NOMBRE DE MACHINES | NOMBRE DE CH | | NOMBRE | NOMBRE d'atmosphères | DIAMÈTRE du cylindre | COURSE du piston | | | | NOMBRE | DÉBIT TOTAL | TOURS | LIMEUSES | PERCEUSES | MEULES | | | |
| | | Partiels | Totaux | | | *m* | | | | | | *m*³ | | | | | | | |
| Tête sud vers Gênes. | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | ? | (1) | |
| Puits. . . . . | 1<br>1<br>1 | 25<br>40<br>24 | 89 | » | » | » | » | » | » | 1 machine d'extraction.<br>1 ventilateur centrifuge. | 4 | 193 | » | » | » | » | 18 | » | |
| Tête nord vers Asti. | 2<br>1<br>1<br>1 | 200<br>24<br>100<br>12 (2) | 336 | 4 | 6 | 0,44 | 0,60 | 2 | 2 | 1 dynamo de 6000 watts (éclairage). | » | » | 2 | 1 | 2 | 1 | 120 | 3 | 10 Blanchod.<br>18 Ferroux.<br>7 H. K. Seguin. |
| Totaux. . . | 8 | » | 425 | 4 | » | » | » | 2 | 2 | 3 | 4 | 193 | 2 | 1 | 2 | 1 | ? | 3 | 35 |

(1) Chevaux.

(2) Pour élever l'eau du Caramagna.



Digitized by Google

Les conglomérats étaient constitués de blocs volumineux enveloppés de matières très tendres et fluentes : le tout exerçait d'énormes pressions sur les boisages : il y avait aussi des sources abondantes.

Dans la serpentine de moyenne dureté, on consommait 0,77 *kg* de dynamite par mètre cube et jusqu'à 2,45 *kg*, soit plus du triple dans la serpentine très compacte.

On adopta, dans ce chantier, le système belge : l'allure des divers travaux a été très régulière ; l'achèvement des maçonneries a très rarement dépassé une distance de 100 *m* du front d'attaque.

L'épaisseur de la voûte est de 0,40 à 0,67 *m* dans les marnes et les serpentines, et de 0,54 à 1,16 *m* dans les conglomérats. Il y a un radier sur la longueur des marnes et des conglomérats,

La ventilation fut complètement assurée jusqu'à la rencontre des avancements, par un puits établi dans l'axe du souterrain, à 124,80 *m* de la tête vers Gênes (hauteur : 23 *m* ; diamètre : 1,50 *m*) : une petite voûte pratiquée dans la calotte communiquait avec lui ; elle y conduisait l'air vicié provenant des chantiers de travail.

**58.** — *Chantier du Puits.* — Le puits de 66,04 *m* de profondeur est placé à 1 840 *m* de la tête vers Gênes. Son diamètre intérieur est de 3,50 *m* ; il est distant de 12 *m* de l'axe du chemin de fer.

Son fonçage a été fort difficile ; il a été fait à la mine et il fallait néanmoins le boiser. A 23 *m* du sol, l'eau apparut ; on eut d'abord 8 $m^3$ à l'heure, puis un maximum de 30 $m^3$. Lorsqu'on commença la galerie d'avancement, toute cette eau disparut. Le travail commencé le 30 janvier 1890 fut terminé le 31 janvier 1891, ce qui correspondit à un avancement de 0,18 par jour.

Pour la partie percée vers Gênes, en pente vers le puits, on adopta le système belge ; mais pour celle vers Asti, on mit la galerie d'avancement à la partie inférieure en lui donnant une contre-pente, de manière à faire écouler les eaux vers le puits, sans les y envoyer avec des pompes.

**59.** — *Chantier de la tête nord vers Asti.* — On commença par faire l'avancement à la main, en appliquant le système belge ; quand les installations mécaniques furent prêtes, on eut deux avancements : l'un à la plate-forme et l'autre en calotte, *tous deux avec machines perforatrices :* la construction de la voûte précédait

Digitized by Google

celle des piédroits. L'avancement supérieur a été aidé avec des cheminées et des attaques à la main, mais rarement, à cause du temps énorme (20 à 35 jours), et de la dépense que ces cheminées occasionnaient.

Le terrain rencontré dans le chantier de la tête nord, vers Asti, fut serpentineux et s'étendit sur 2 645 *m* de la même tête : tantôt il était massif et serré, tantôt désagrégé avec des couches d'argile interposées, ainsi que des fontis et cavernes exigeant des boisages spéciaux : aussi la quantité de dynamite employée par mètre cube a varié de 1 à 4,60 *kg* ; la durée des perforations variait également de 2 à 6 heures.

A 1 108 *m* de la tête Asti, il y eut un éboulement important avec 36 $m^3$ d'eau à l'heure ; il fut traversé avec difficulté.

Le front d'attaque avait une surface de 6,50 à 7 $m^2$. On y pratiquait, selon la dureté de la roche, de 18 à 24 trous d'une longueur moyenne de 1,20 *m* avec un rendement de 1,10 *m*.

Dans une journée de 24 heures, on peut admettre que 14 étaient employées à la perforation et 10 à l'enlèvement des déblais.

La puissance développée et le volume d'air consommé pendant la perforation et l'enlèvement des déblais sont donnés dans le tableau n° 9.

TABLEAU N° 9.

**Souterrain de Cremolino. — Puissance motrice et volume d'air pour la perforation et l'aérage.**

| TRAVAUX EXÉCUTÉS | PUISSANCE développée | COMPRESSEURS | | PRESSION DE L'AIR | | DISTANCE maxima des affûts | VOLUME d'air aux affûts par minute |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NOMBRE | NOMBRE de tours à la minute | aux réservoirs | à l'affût | | |
| | *ch* | | | *atm* | *atm* | *m* | $m^3$ |
| Pendant la perforation d'une attaque . . . . . | 90 | 2 | 58 | 4,75 | 4 | 1 700 | 4,15 |
| Pendant l'enlèvement des déblais . . . . . | 53 | 2 | 40 | 3,25 | » | » | 3,53 |
| Pendant la perforation à deux attaques. . . . . | 160 | 4 | 46 | 6 | 4,75 | 2500 | 5,55 |

Le diagramme des avancements montre que, tout d'abord, les divers travaux étaient concentrés sur une distance de 50 à 100 *m*. Lors de la perforation mécanique, cette distance augmenta jusqu'à plus de 600 *m*, pour se maintenir ensuite entre 200 et 400 *m*.

Digitized by Google

L'épaisseur de la voûte a été de 0,40 *m* à 0,67 *m*, excepté dans l'éboulement, où il a fallu l'augmenter de 0,67 *m* à 1,42 *m*. Il n'y a pas de radier.

**60.** — *Consommation d'acier pour les fleurets.* — Après chaque perforation, on envoyait de 50 à 140 fleurets en réparation. En moyenne, l'acier effectivement consommé a été de 2 *kg* pour chaque perforation. De plus, pour fleurets mis hors d'usage et employés de diverses manières, ou encore perdus, etc., il y a eu, pour chaque perforation, une autre quantité de 2,50 *kg* d'acier employé : en somme, on a eu une dépense moyenne de 4,70 lires pour l'acier de chaque perforation.

**61.** — *Avancement des divers chantiers, voûte, niches et refuges.* — Les *avancements* sont donnés dans le tableau ci-après n° 10.

Le souterrain fut complètement achevé le 24 février 1893, soit trois mois et vingt jours après la rencontre des attaques, et de manière à assurer largement l'ouverture à l'exploitation du tronçon Ovada-Acqui à l'époque fixée, c'est-à-dire au mois de juin suivant, et, d'une manière précise, dans le délai de quatre ans accordé par la concession.

L'épaisseur moyenne de la *voûte*, pour tout le souterrain, a été de 0,56 *m*. Les *niches* sont distantes de 30 *m* d'axe en axe et alternées dans les deux piédroits. Il y a trois *chambres de refuge* et deux de dépôt, toutes du même côté.

Notons enfin que l'album contient cinq planches intéressantes concernant ce tunnel.

**62.** — *Nature du terrain, Eaux et Température.* — M. Taramelli fut tenu au courant des particularités du percement du tunnel, telles que terrains rencontrés avec échantillons, inclinaison des couches, eaux d'infiltrations, etc. Il a consigné toutes ces observations dans un rapport reproduit dans la Relation et accompagné d'un profil géologique avec diagramme hydrologique. Il a reconnu que la structure réelle des formations géologiques telle que l'a révélée l'excavation des tunnels ou tranchées, a été beaucoup plus compliquée que ne pouvait le faire prévoir l'examen rapide des affleurements. Car si l'on rencontra d'abord dans le tunnel des marnes compactes, il y eut ensuite des conglomérats sur une plus grande longueur qu'on ne l'avait prévu et, chose inattendue, deux éperons de roche serpentineuse ancienne intercalés entre ces conglomérats tertiaires. A 760 *m* de la tête sud,

Digitized by Google

## Tableau n° 10.

### Souterrain de Cremolino. — Avancements.

| INDICATION des CHANTIERS | DATES | TRAVAIL A LA MAIN | | | TRAVAIL A LA MACHINE | | | TRAVAIL TOTAL | | | TRAVAIL proportionnel des chantiers |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LONGUEUR | NOMBRE de jours | Avancement moyen | LONGUEUR | NOMBRE de jours | Avancement moyen | LONGUEUR | NOMBRE de jours | AVANCEMENT moyen | |
| | | *m* | | | *m* | | | *m* | | | |
| Tête sud vers Gênes | 8 octobre 1889. . 4 novembre 1892. | 1113,54 | 1 123 | 0,99 | » | » | » | 1113,54 | 1123 | 0,99 | 0,325 |
| Puits : | | | | | | | | | | | |
| Galerie sud vers Gênes. . . . . | 1er juillet 1891. . 2 avril 1892 . . . | 85 » | 277 | 0,31 | » | » | » | 85 » | 277 | 0,31 | 0,025 |
| Galerie nord vers Asti . . . . . | 1er juillet 1891. . 1er avril 1892 . . | 99 » | 276 | 0,36 | » | » | » | 99 » | 276 | 0,36 | 0,03 |
| Tête nord vers Asti. . . . . | 8 octobre 1889. . | » | » | » | » | » | » | 2101,92 | 1123 | 1,87 | 0,62 |
| | 8 octobre 1890. . | 360,50 | 365 | 0,99 | » | » | » | | | | |
| | 1er avril 1892 (1). | » | » | » | 1099,88 | 541 | 2,03 | | | | |
| | 4 novembre 1892. | » | » | » | 641,54 | 217 | 2,96 | | | | |
| | Totaux . . . | 1658,04 | » | » | 1741,42 | » | » | 3399,46 | » | » | 1,00 |
| | | 49 0/0 | | | 51 0/0 | | | | | | |

(1) Rencontre avec la galerie nord du puits.



Digitized by Google

on eut des roches serpentineuses et amphiboliques dont la grande généralité est dénommée par M. Taramelli, *euphotide amphibolisée*.

Quant aux *eaux*, à la tête sud vers Gênes, et dans les marnes et conglomérats, on n'en eut pas sur 450 *m*. Puis survinrent de 5 à 20 $m^3$ à l'heure, qui disparurent à une distance de 680 *m*. Après le percement, en janvier et février 1893, il sortait de la tête sud 3 à 4 $m^3$ à l'heure.

On a vu que, dans le fonçage du puits, on eut de l'eau qui disparut avec l'ouverture des galeries d'avancement. Le chantier vers Asti donna pourtant une vingtaine de mètres cubes.

A la tête nord, vers Asti, dans les serpentines et roches amphiboliques, il n'y eut pas d'eau sur 750 *m* : ensuite il parut sur 380 *m*, de 10 à 30 $m^3$. Alors, sur une distance de 160 *m* (1 290 *m* de la tête) l'eau s'accrut de 30 à 400 $m^3$ de septembre 1891 à janvier 1892. Ce chiffre se maintint sur les 170 *m* restant à excaver jusqu'à la rencontre avec le chantier nord du puits, le 1er avril 1892, à 1 460 *m* de la tête nord.

L'eau continue ainsi jusqu'en mai 1892 : alors elle diminue graduellement et l'on a les débits suivants à la tête nord :

| | |
|---|---|
| Octobre 1892. . . . . $m^3$. | 75 |
| Décembre 1892 à février 1893 . . . . . | 150 |
| Juillet 1893 . . . . . | 47 |

Cette grande quantité d'eau de 400 $m^3$ à l'heure, pendant le percement et sur une longueur relativement faible est certainement un phénomène hydrologique des plus intéressants et M. Taramelli ne manque pas de l'examiner longuement.

La *température* a varié de 11 à 13° C. En certains points, elle est arrivée à 16 ou 17°, mais cela sembla provenir de circonstances accidentelles dues aux travaux et non point de la roche elle-même. Nouvelle incertitude quant au degré géothermique.

**63.** — *Souterrains de la ligne Avellino-Rocchetta Sa V.* — La ligne d'Avellino, qui passe du bassin de la Méditerranée, dans celui de l'Adriatique, a nécessité 17 souterrains d'une longueur totale de 9 294,65 *m*.

Dans plusieurs d'entre eux, on a rencontré de l'argile écailleuse *(argilla scagliosa)* avec infiltration d'eau, et qui se gonflait à l'air, en occasionnant de grandes difficultés.

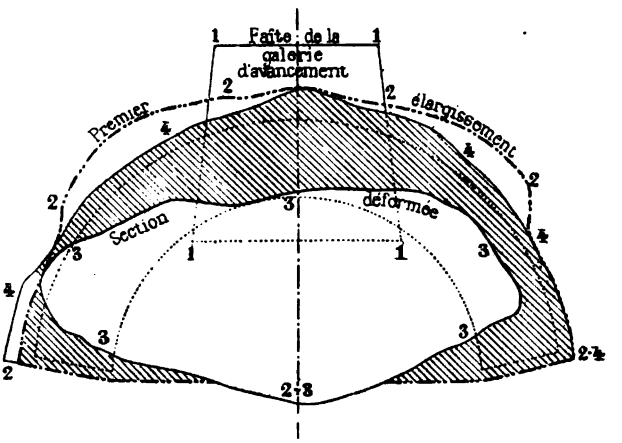
On cite dans de telles conditions, 1° le souterrain de Gelsa, le deuxième à partir d'Avellino, entre les *km* 3 et 4 — d'une lon-

Digitized by Google

geur de 372 *m* ; 2° le souterrain de Parolise, le troisième à partir d'Avellino, entre les *km* 7 et 9, d'une longueur de 1224 *m* ; 3° celui de Nusco, le treizième de la ligne, entre les *km* 53 et 54, long de 362 *m*. Leurs voûtes en brique ont une épaisseur maxima comprise entre 1,07 et 1,50. Ils ont un radier en briques ou en béton sur toute leur longueur ; les piédroits, dans le tunnel de Nusco, ont été poussés jusqu'à 1,60 *m* au-dessous du rail.

Pour donner une idée de ce qui se passait, nous reproduisons, dans la figure 12, un profil relevé à 139,50 *m* de la tête vers Avellino dans le souterrain de Parolise. Les chiffres 1 indiquent la galerie d'avancement, et les chiffres 2 le déblai d'élargissement pour la calotte, qui se déforma suivant la ligne marquée 3. On dut enlever de nouveau toute la partie hachée jusqu'à la ligne 4 et maçonner la voûte sans aucun retard.

Fig. 12.




Ces trois tunnels ont été exécutés avec le système belge, en ayant soin de prendre les précautions suivantes, que nous traduisons textuellement (p. 68 de la Relation) et dont la planche 48 de l'Album donne la réalisation :

« Tenir la galerie d'avancement en calotte plus haute que l'extrados (à Parolise elle le dépassait de 1 *m*) ; adopter de très robustes boisages tant pour les cadres de la galerie que pour l'élargissement en éventail, en en fixant la base sur de fortes semelles.

» Faire reposer les naissances de la voûte sur des pièces de chêne avec des madriers superposés pour mieux en garantir la stabilité.

Digitized by Google

» Tenir la voûte sur cintres avec des entraits de 30 à 40 *cm* de diamètre, pendant tout le temps de la construction du reste du revêtement.

» Boiser et étrésillonner la cuvette du stross en plaçant à sa base des semelles transversales de 0,35 *m* de diamètre, lesquelles servaient ensuite d'appui aux pièces de butée destinées à soutenir la voûte et le profil du déblai, pendant la construction du piédroit; ces pièces de butée ayant un diamètre de 0,35 *m* et un espacement de 0,80 à 1 *m*.

» Tenir les chantiers du travail très voisins les uns des autres, construire de courts anneaux de 4 *m* et même indépendants comme dans le souterrain de Nusco, afin de les achever plus rapidement, l'idée fondamentale étant de laisser le moins de temps possible la roche exposée à l'action des agents atmosphériques. »

### E. — Travaux d'assainissement.

**64.** — *Ligne de Gênes-Ovada-Acqui-Asti.* — Dans le premier tronçon, sur le versant méditerranéen, entre la Polcevera et Mele, il y eut un seul éboulement qui fut arrêté par d'importants éperons maçonnés.

Le second tronçon comprenant le souterrain de Turchino, nous passons au troisième de Campo-Ligure à Ovada, où se terminent les schistes et les serpentines pour laisser la place aux marnes et conglomérats.

Dans trois tranchées, il a fallu des murs de soutènement, et dans deux autres des travaux de soutènement et d'assainissement. Dans l'une de ces deux dernières, on a exécuté à sec un gros mur longitudinal au pied du talus, posé sur un massif de béton descendu jusqu'au terrain solide, et de plus un système de drainages pratiqués dans le talus et transversalement sous la plate-forme afin de recueillir et d'assurer l'écoulement des eaux souterraines, le tout complété par un autre système de canaux extérieurs pour se débarrasser des eaux superficielles. Ces travaux réussirent complètement.

Le quatrième tronçon s'étend d'Ovada à Asti, en passant par Acqui. Dans la partie jusqu'à Acqui, aucun travail ne fut nécessaire.

« Entre Acqui et Asti, les terrains traversés, dit la Relation, page 42, sont de nature argileuse à la surface, tandis que l'ossature des divers contreforts et des collines est formée de marne.

Digitized by Google

Par suite, lorsque la ligne se développe dans les vallées ou bien à une faible profondeur, on rencontre l'argile : mais si, au contraire, on passe en souterrain, ou bien si on est en tranchée profonde, alors on finit par trouver la marne. Dans le souterrain d'Alice Belcolle, on trouva même le gypse au-dessous de la marne. »

« Étant donnée la constitution de ces terrains composés en général de deux couches bien distinctes, celle inférieure absolument imperméable, on comprend qu'il a été nécessaire de prévenir ou d'arrêter la formation d'importants éboulements au moyen de travaux d'assainissement. »

« On peut citer comme exemple celui exécuté à la tranchée de Malerba, dans laquelle un mouvement de la colline amont s'est étendu jusqu'à 500 *m* de l'axe du chemin de fer : ce mouvement a été complètement arrêté, et le terrain régularisé moyennant deux systèmes de drainage, l'un contournant la partie où avait commencé le mouvement, l'autre à 30 *m* amont du chemin de fer. On a, en outre, exécuté un remplissage à sec, dans des encoffrements, jusqu'à 3 *m* de profondeur sous la plate-forme, avec des éperons se prolongeant en amont. Les détails de ce travail sont donnés dans la planche 30. »

« On peut citer aussi le remblai de Vignale (à 65,7 *km*), où, moyennant un drainage amont parallèle au chemin de fer, on a pu arrêter complètement un mouvement de l'escarpement voisin. A la tête vers Gênes du tunnel d'Alice Belcolle, un radier en béton sous la plate-forme a servi d'appui à des murs de pied de chaque côté de la voie, derrière lesquelles on a mis des remplissages à sec et des éperons faisant drainage.

»... Pour consolider les talus des tranchées on a préféré aux revêtements à sec ou avec mortier, des fossés maçonnés pour le prompt écoulement des eaux, ou bien des murs de soutènement au pied des talus où les eaux d'infiltration faisaient craindre la formation d'éboulements si elles n'en avaient pas provoqué. Derrière ces murs, on a toujours placé une certaine épaisseur de maçonnerie à sec pour favoriser la sortie des eaux : dans les parties où elles étaient abondantes, on exécuta de véritables drainages, ou bien des éperons remplis de maçonnerie à sec s'étendant sur des profondeurs notables derrière les murs de pied. Ces éperons avaient pour but d'assécher la masse comprise entre eux ; ils ont donné de bons résultats. Les eaux provenant de ces éperons étaient recueillies et dirigées au dehors. En résumé, on a

Digitized by Google

toujours eu la pensée de recueillir et de faire écouler les eaux partout où elles se manifestaient. »

**65.** — *Ligne d'Avellino à Rocchetta Santa Venere.* — Nous avons vu les étranges déformations survenues dans l'élargissement en calotte pratiqué au souterrain de Parolise et les précautions qu'il a fallu prendre dans l'exécution de trois des souterrains de cette ligne. Ces déformations étaient causées par l'action de l'air sur l'argile mise en contact avec lui, pendant un délai assez court. La question de savoir comment se sont comportées les tranchées ouvertes dans cette argile se pose naturellement à l'esprit. Voici la réponse que donne la Relation, page 68 :

« Une catégorie de travaux qui prend une importance spéciale à cause de la nature généralement argileuse des terrains, est celle des ouvrages de consolidation et d'assainissement des tranchées et des remblais, qui sont très fréquents le long de la ligne : on peut même dire que les tranchées qui n'en portent point de trace sont rares. Les remblais eux-mêmes en exigèrent d'importants, soit pour assainir les terrains inclinés sur lesquels ils reposaient, soit pour les soutenir à leur pied avec des murs, des banquettes de gravier, etc.

» Les dispositions habituelles suffisaient pour ces travaux d'assainissement, qui parfois s'étendaient à des déclivités assez étendues. Nous n'en dirons pas plus long, parce que nous avons parlé de travaux semblables à propos de la ligne Gênes-Asti (voir ci-dessus).

» Des travaux importants d'assainissement furent exécutés dans la partie de la ligne comprise entre Paternopoli et Monte Marano ; l'un d'eux se rapportant à la tranchée *Remossete* est reproduit dans la planche 52 de l'Album; l'idée fondamentale qui présida à son exécution fut d'arriver à soustraire le talus amont à l'action des agents atmosphériques au moyen d'un revêtement de matières graveleuses soutenues par un mur de pied, tout en recueillant et donnant écoulement aux eaux qui venaient sourdre à la surface au moyen de drains et de cuvettes maçonnées.

» Des dispositions semblables ont été adoptées pour la tranchée dite *Rossa* (29,6 *km*) : le mur de pied a été consolidé par des murs transversaux s'étendant sur toute la largeur de la plate-forme, et dont les intervalles étaient remplis de maçonnerie à sec : un aqueduc construit inférieurement et dans l'axe du chemin de fer donnait écoulement aux eaux recueillies par des drains. »

Digitized by Google

Tout cela rappelle le système préconisé par Sazilly : son application semble d'autant plus logique qu'il ne s'agit dans les tranchées dont il vient d'être question, que d'actions superficielles provenant des agents atmosphériques, se combinant avec celles des eaux.

### F. Stations et divers.

**66.** — *Stations, Voie et bâtiments.* — La Relation contient les plans des voies pour les diverses classes de stations, ainsi que des détails sur le matériel de la voie. Elle donne aussi les dessins des bâtiments pour les voyageurs.

Signalons, à ce sujet, les bâtiments de la ligne de Varese à Porto Ceresio, tant pour les voyageurs que pour les marchandises et les maisons de garde, où l'on a cherché à rappeler l'architecture des chalets alpestres de la Suisse. On y est arrivé en munissant les parois extérieures de bandeaux et pilastres, en peignant les diverses parties de ces parois avec des teintes diverses, en mettant aux portes et fenêtres des encadrements à fortes saillies, et en ornant les chêneaux de lambrequins en sapin.

**67.** — *Appontements à la station de Porto Ceresio.* — Il convient de signaler sur la ligne de Varese-Porto Ceresio, l'installation d'appontements en fer sur le lac de Lugano, pour le débarquement et le débarquement des voyageurs et des marchandises de la station de Porto Ceresio ; ils sont formés de poutres en treillis soutenues par des pieux en fer creux, armés de sabots à vis en fonte : l'appontement des voyageurs a 3,50 *m* de large; celui des marchandises, de 4,70 *m* de large, est muni d'une voie reliée à celle de la station : tous les deux s'avancent de 30 *m* dans le lac.

**68.** — *Matériaux de construction.* — Pour toutes les lignes décrites on a donné des détails sur les matériaux employés dans les ouvrages. Là où il n'y avait pas de carrières de ces belles pierres qui ont servi pour les monuments si nombreux en Italie, on a eu d'excellentes briques, et parfois on a installé des fours du système Hoffmann ou autres.

**69.** — *Chaux et mortiers.* — Dans les alentours de Rome, il y a beaucoup de terrains volcaniques et, par suite, de la pouzzolane donnant d'excellents mortiers, même avec de la chaux peu ou point hydraulique.

Digitized by Google

Dans une partie de la ligne d'Avellino à Rocchetta, on n'avait pas de pouzzolanes; on installa des fours à chaux à *Vallone Oscuro*, en utilisant des bancs de calcaire marneux (Albarose), avec lequel on eut de la chaux hydraulique, et même du ciment à prise très rapide. Tous les détails sur l'installation de ces fours sont donnés dans la Relation et dans l'Album, avec l'analyse des calcaires, etc.

**70.** — *Chemins de service.* — Dans cette même ligne Avellino-Rocchetta, où le chemin de fer suit la vallée de l'Ofanto, qui se jette dans l'Adriatique, il y avait une partie de cette vallée, depuis Rocchetta jusque vers Lioni, localités distantes d'une cinquantaine de kilomètres, où il n'existait aucun chemin d'accès à la ligne à construire. On exécuta, sur une longueur qui n'est pas indiquée, mais qui à dû être notable, un petit chemin de fer de 0,75 d'écartement qui fut exploité régulièrement avec locomotives. Son utilité a été très grande; il a permis d'ouvrir le tronçon de 16 *km* entre Sant-Angelo et Conza, *deux ans* avant l'époque fixée pour son achèvement, soit le 28 octobre 1895, tandis que la concession accordait jusqu'au 27 octobre 1897.

## CHAPITRE III

## Conclusions.

**71.** — *Lacune concernant les dépenses.* — Nous terminons ici l'exposé des renseignements que nous avons puisés dans la Relation de la Société de la Méditerranée et que nous avons cherché à réduire autant que possible, au moyen de tableaux ou d'une rédaction succincte. Nous ferons observer, à ce propos, que cette Relation n'est pas dans le commerce et qu'elle est écrite dans une langue étrangère: il nous a donc paru fort utile que les informations qui s'y trouvent, comme par exemple celles sur les souterrains, figurent dans nos bulletins.

Dans notre exposé, nous n'avons ajouté généralement aucun commentaire, laissant aux faits toute leur éloquence: le moment est venu d'émettre une opinion sur l'ensemble de ces travaux. Nous devons reconnaître l'esprit d'organisation qui a présidé à leur exécution: les difficultés les plus variées ont été magistralement vaincues, et le résultat final a été l'achèvement des lignes

Digitized by Google

dans les délais prescrits ou même avec des avances très notables, arrivant à deux et même trois ans, sur une période de huit ans; mais il est malheureusement impossible d'apprécier la valeur des solutions adoptées pour les divers ouvrages existant sur ces lignes si brillamment terminées.

Ainsi, aucun poids de fer et d'acier n'est donné pour les tabliers métalliques, sur lesquels nous avons attiré l'attention du lecteur. Pourtant ces tabliers sont conçus d'une manière tout à fait remarquable. La hauteur très grande donnée aux parois verticales et dépassant souvent un huitième de l'ouverture — le soin avec lequel le nombre des pièces composant ces parois a été réduit, — l'attention mise à calculer chacune des parties des poutres principales, y compris chaque pièce des parois — la connaissance approfondie et l'utilisation de tous les théorèmes de la statique graphique et de la résistance des matériaux, pour la détermination des efforts et celle des sections correspondantes, la méthode ingénieuse adoptée pour calculer les ponts à plusieurs travées, dont les poutres ont des hauteurs variables, toutes ces circonstances démontrent la grande habileté de celui qui a projeté ces tabliers.

Le mémoire du *Giornale del Genio Civile* que nous avons analysé termine en disant que les résultats complètement satisfaisants obtenus pour les quatre ponts en acier qui s'y trouvent décrits, démontre l'opportunité d'employer l'acier pour les tabliers métalliques. Pour que cette démonstration soit faite, des épreuves supportées avec succès ne suffisent pas : il faut la comparaison du poids des fers et de ceux de l'acier pour des ouvertures semblables et les prix correspondants ; nous sommes laissés à cet égard dans une ignorance complète.

L'auteur possède évidemment une connaissance approfondie de son sujet ; on se demande quelle considération l'a empêché d'ajouter ce qui était indispensable pour faire de son mémoire une œuvre complète et digne d'être classée parmi les plus utiles.

Pour les souterrains, il n'y a aucune indication de dépense. Nous possédons divers livres indiquant les prix des souterrains exécutés : nous avons cité celui de M. J. Ladame qui nous les donne pour plus de cinq cents d'entre eux. Quelle ne serait pas l'utilité de connaître les prix des soixante-neuf tunnels exécutés et qui ont ensemble une longueur de 40 781 *m* ?

On pourrait étudier l'influence qu'a eue la longueur du tunnel sur la dépense totale et celle de l'exécution des puits. On

Digitized by Google

admet généralement que la dépense en main-d'œuvre et dynamite est la même pour la perforation mécanique et l'excavation à la main ; nous ignorons s'il en a été ainsi pour les tunnels du Turchino et de Cremonino et si l'augmentation de dépense due à la perforation mécanique correspond uniquement aux installations mécaniques destinées à produire et transmettre la puissance nécessaire à la perforation des trous de mines, tout en assurant l'aérage.

La Relation n'explique pas ces lacunes motivées dit-on, par ce fait que la Société n'avait pas encore terminé ses comptes.

Dans ce cas, nous n'avons qu'à nous incliner: qu'il nous soit permis d'espérer que, les comptes une fois achevés, la Société de la Méditerranée consentira à satisfaire notre curiosité si légitime, ce dont tous les Ingénieurs et Constructeurs de chemins de fer lui seront reconnaissants.

**72.** — *Personnel des Travaux.* — Une seconde lacune existe : la Relation ne contient aucun nom relatif au personnel qui a été chargé des travaux. Nous sommes là en présence d'une habitude assez générale en Italie, où l'anonymat est pratiqué dans la plupart des administrations privées. Il faut reconnaître ce qu'il y a d'élevé dans cette manière de faire. On se trouve en présence d'une sorte de corps moral où la solidarité est complète: les personnalités vaniteuses ne peuvent s'attribuer un mérite qui revient à d'autres.

Chaque peuple a sa façon d'agir à cet égard. Prenons un exemple en Angleterre, et choisissons le pont du Forth. Sa description publiée en 1890, par M. Westhofen, dans le journal l'*Engineering*, comprend, après les renseignements techniques, un long article sur les Ingénieurs et les Entrepreneurs, avec des détails biographiques et même des *portraits* qu'on est certainement satisfait d'y trouver, à cause de l'intérêt qui s'attache à tout ce qui concerne ce gigantesque ouvrage.

En France, on ne va pas si loin : les comptes rendus statistiques de M. W. de Nordling sur les travaux qu'il a exécutés pour la Compagnie d'Orléans, sont toujours considérés comme de véritables modèles à consulter ou à suivre. Il y a un chapitre intitulé: *Personnel et Entreprises*, contenant les noms des ingénieurs et des Entrepreneurs.

Le XIX^e^ siècle aura vu le commencement des conquêtes du Génie Civil moderne. A ces dernières sera liée d'une façon in-

Digitized by Google

dissoluble son histoire industrielle et même aussi son histoire politique. Que seraient ces histoires sans noms propres?

La Société de la Méditerranée avait, paraît-il recruté, pour les travaux dont nous venons de rendre compte, un personnel supplémentaire qui fut licencié aussitôt après leur achèvement. Elle a cru devoir garder le silence sur ceux qui le composaient : nous respecterons les motifs de cette décision, mais en ajoutant la réflexion suivante : les faits relatés dans les pages qui précèdent démontrent amplement que ce personnel s'est trouvé, dans le cours de sa mission, en présence de difficultés considérables, qu'il a su vaincre avec un talent et un succès, auxquels il est juste de rendre hommage.

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES


INTRODUCTION

§ Pages.

1. Provenance de la Relation . . . . . 358
2. Réseaux actuels des chemins de fer en Italie . . . . . 358
3. Matières traitées dans la Relation. . . . . 360
4. Divisions du présent compte rendu. . . . . 360

CHAPITRE PREMIER

**Indications générales sur les lignes exécutées.**

5. Classification des lignes en Italie . . . . . 361
6. Lignes exécutées. . . . . 364
7. Ligne Rome San Paolo-Rome Trastevere et raccordements autour de Rome . . 364
8. — Rome Termini-Segni . . . . . 366
9. — Rome Trastevere-Viterbe. . . . . 366
10. — Velletri-Terracina . . . . . 366
11. — Avellino-Rocchetta Santa Venere . . . . . 367
12. — Gênes-Ovada-Acqui-Asti. Antécédents. . . . . 368
13. — — — Tracé et divers . . . . . 369

CHAPITRE II

**Renseignements sur les travaux décrits dans la Relation.**

14. Tableau des ouvrages d'art. . . . . 370

A. — Ouvrages d'art ordinaires.

15. Types de ces ouvrages . . . . . 370

B. — Ouvrages d'art spéciaux en maçonnerie.

16. Ponts et viaducs. . . . . 372

C. — Tabliers métalliques.

17. Données générales . . . . . 372
18. Tabliers de la ligne d'Avellino-Rocchetta Santa Venere . . . . . 373
19. — — de Gênes-Ovada-Asti. Pont sur le Tanaro. . . . . 375
20. — — de Sparanise à Gaete . . . . . 377
21. Flèches des tabliers . . . . . 379

D. — Souterrains.

22. Données générales . . . . . 380
23. Types divers de souterrains . . . . . 380
24. Partie artificielle des souterrains . . . . . 381

*Souterrain du Turchino.*

25. Données générales . . . . . 383
26. Nature du terrain . . . . . 383
27. Eaux . . . . . 384
28. Température . . . . . 384
29. Installations mécaniques . . . . . 385


Digitized by Google

§ Pages.
30. *Chantier de la tête sud.* Travail à la main . . . . . 385
31. — Perforation mécanique . . . . . 385
32. — Trous de mines. Fleurets et dynamite consommée . 388
33. — Avancements . . . . . 389
34. — Organisation des divers travaux . . . . . 389
35. — Transports . . . . . 390
36. — Rencontre avec le chantier suivant . . . . . 390
37. — Eaux . . . . . 390
38. *Chantier du puits.* Fonçage du puits. . . . . 391
39. — Avancement sud . . . . . 391
40. — Avancement nord . . . . . 391
41. — Organisation des chantiers. . . . . 392
42. — Épuisements . . . . . 392
43. — Puissance motrice. . . . . 392
44. *Chantier de la tête nord.* Travail à la main . . . . . 393
45. — Perforation mécanique . . . . . 393
46. — Épuisements. . . . . 393
47. — Puissance motrice et transports . . . . . 394
48. *Données générales sur le percement du tunnel.* Avancements des divers chantiers . . . . . 394
49. Déblais, dynamite, voûte, radier et aqueduc . . . . . 396
50. Refuges. . . . . 396
51. Machines perforatrices . . . . . 397
52. Nature du terrain . . . . . 398
53. Eaux . . . . . 398
54. Température . . . . . 399

*Souterrain de Cremolino.*

55. Données générales. . . . . 399
56. Installations mécaniques . . . . . 400
57. Chantier tête sud vers Gênes . . . . . 400
58. — du puits . . . . . 402
59. — tête nord vers Asti . . . . . 402
60. Consommation d'acier pour les fleurets . . . . . 404
61. Avancements des divers chantiers : voûtes, niches, refuges . . . . . 404
62. Nature du terrain. Eaux. Température. . . . . 404
63. *Souterrains de la ligne Avellino-Rochetta Santa Venere* . . . . . 406

E. — Travaux d'assainissement.

64. Travaux d'assainissement de la ligne Gênes-Ovada-Asti . . . . . 408
65. — — de la ligne Avellino-Rochetta Santa Venere . . . . 410

F. — Stations et divers.

66. Stations, voie et bâtiments . . . . . 411
67. Appontements de Porto Ceresio . . . . . 411
68. Matériaux de construction . . . . . 411
69. Chaux et ciments . . . . . 411
70. Chemins de service. . . . . 412

## CHAPITRE III

## Conclusions.

71. Lacune concernant les dépenses. . . . . 412
72. Personnel des travaux . . . . . 414

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# M. ERNEST DELIGNY

PAR

L.-L. VAUTHIER

---

La Société des Ingénieurs Civils vient de perdre l'un de ses membres fondateurs, dont il reste aujourd'hui un si petit nombre.

Ernest Deligny, élève de l'École Centrale, membre de la Société depuis 1848, l'un de ses donateurs, et qui fut membre de son Comité en 1850 et 1851, est mort, le 8 novembre, au Château de l'Arc, près de Saint-Denis de Pile (Gironde), dans sa 79e année.

Dès sa sortie de l'école, en 1842, Deligny était attaché aux études et à la construction des chemins de fer de Dijon à Mulhouse et de Dijon à Chalon; et, l'année suivante, en 1843, il entrait, sous les ordres de Flachat, au service des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), où il collaborait tant aux travaux du chemin de fer atmosphérique du Pecq à Saint-Germain qu'à l'érection de l'ancienne charpente en fer de la gare Saint-Lazare, l'une des premières de ce genre construite en France.

En 1848, Deligny, Ingénieur des travaux et de l'entretien des deux lignes, eut l'occasion de donner une preuve de sa remarquable rapidité de décision et de coup d'œil. Chargé du rétablissement du grand pont à trois voies d'Asnières que, le 2 mars, les mariniers de la Seine avaient incendié, ainsi que quelques autres moins importants, Deligny avait, en deux jours, dressé les projets, trouvé les matériaux du nouvel ouvrage. Le 4 mars les travaux commençaient, et, quinze jours après, la circulation pouvait reprendre. Ce fut à l'époque un grand succès.

En 1850, la Compagnie de Versailles n'ayant pas obtenu la concession de la ligne de l'Ouest, Deligny porta son activité à l'étranger, où le retinrent, plus tard, les événements de 1851. Après avoir, en Espagne, dans les Asturies, établi le chemin de

Digitized by Google

fer houiller des charbonnages de Langreo, il retrouva, en Andalousie, dans la province de Huelva, les traces de grands gisements minéraux exploités par les Romains, abandonnés à la suite des invasions barbares, et qu'on jugeait épuisés.

Deligny fonda là, et dans la province voisine de Tra los montes, en Portugal, une des plus belles exploitations de cuivre du monde entier, qui a porté à un haut degré la prospérité de la province de Huelva, jusque là peu peuplée, sans ressources, et qui est aujourd'hui une des plus riches de l'Espagne. La valeur annuelle des produits des mines y a dépassé 80 millions de francs. Quatre chemins de fer ont été construits pour les desservir, et le port de Huelva, où n'abordait jamais un navire et que fréquentaient à peine quelques barques de pêcheurs, est devenu, commercialement, l'un des plus importants de l'Espagne.

Rentré en France en 1860, Deligny s'y consacra, dans la Gironde, à des travaux de viticulture sans oublier son devoir de citoyen. En 1870, il possédait et dirigeait à Bordeaux le journal « La Tribune » qui a rendu les plus grands services à la défense nationale, et il venait enfin, en 1873, se fixer à Paris, où les électeurs du quartier de la porte Dauphine l'envoyaient bientôt siéger au Conseil municipal de Paris et au Conseil général de la Seine, mission qu'il a acceptée et remplie pendant vingt ans.

Dans les deux assemblées, Deligny s'était consacré à la fois aux questions intéressant les moyens de circulation de tous ordres, l'assainissement et le service des eaux potables pour la Ville et le Département. En ces matières, ses travaux sont innombrables, et, dans toutes, sa parole avait une autorité décisive. Il est un de ceux qui ont le plus contribué, grâce au concours prêté par le Département et la Ville, à assurer à la Seine fluviale un tirant d'eau de 3 *m*, et à étendre ce mouillage à la traversée de Paris. Nul plus que lui n'a travaillé au développement des tramways. Et, quant aux questions hygiéniques, à l'expulsion des eaux d'égout, à leur épandage au dehors et à l'adduction de nouvelles eaux potables, il était sans cesse sur la brèche, et ses rapports sur tous les projets y relatifs formeraient une bibliothèque complète des plus instructives et des plus riches.

Ces diverses spécialités avaient fait appeler Deligny dans une commission gouvernementale, instituée par le Ministre de la Guerre pour l'étude des conditions de l'alimentation, en cas de guerre, du camp retranché de Paris. Il en était un des membres

Digitized by Google

les plus actifs et les plus influents, et y a rendu les plus éminents services. Les nombreux travaux qu'il y a produits en font foi.

Dans ces dernières années, suivant une conception des plus rationnelles répondant à la fois à l'ensemble, logiquement sérié, des besoins réels de la circulation urbaine, et aux nécessités d'une exécution économique n'impliquant que dans la mesure la plus étroite des dépenses d'expropriation, il s'était attaché à la création de ce chemin de fer intérieur de Paris que le vocable « Métropolitain » désigne pour tous aujourd'hui. Il s'agissait d'une affaire honnête et rationnelle. La pensée n'a pas été comprise. Les concours ne sont pas venus. D'autres projets ont été adoptés. On le regrettera peut-être plus tard. Cet échec n'a peut-être pas été sans influence sur l'affaiblissement d'une santé jusque-là des plus robustes.

Ajoutons un dernier trait. Des services rendus à l'Espagne, surtout à la province de Huelva, Deligny avait rapporté, comme récompense nationale honorifique, un titre nobiliaire élevé et des décorations dont il ne faisait jamais montre. Combien de personnes de son intimité n'en ont jamais rien su.

D'une bonté parfaite, d'une obligeance sans bornes, Deligny n'avait que des amis.

Esprit clair, méthodique, allant droit au but, il avait au plus haut degré les facultés pratiques de l'organisateur. Son jugement était droit, précis et il était doué d'une énorme puissance de travail. Il a servi son pays, Paris surtout, sa ville natale.

Ernest Deligny a honoré la France. C'est un de ses membres les plus distingués que vient de perdre en lui la Société des Ingénieurs Civils de France.

---

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# NICOLAS-JULES RAFFARD

PAR

**Édouard SIMON**

MEMBRE DU COMITÉ.

---

Ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers, Membre de la Société des Ingénieurs Civils de France, du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, du Comité technique des machines à l'Exposition Universelle de 1889, du Comité de la Société Internationale des électriciens, Membre honoraire de l'Institut égyptien, lauréat de l'Institut de France, notre regretté Collègue a consacré sa longue carrière à la solution de nombreux problèmes de mécanique et d'électricité. La direction d'importants ateliers, un séjour prolongé dans les colonies anglaises, particulièrement dans les exploitations minières de l'Australie, avaient développé chez Raffard un remarquable esprit d'observation et de méthode, la rectitude d'un jugement très pondéré, le dédain des utopies. Les communications dont cet Ingénieur a enrichi le Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, et dont on trouvera la liste instructive à la suite de cette notice, témoignent aussi d'une rare modestie, d'une probité scientifique absolue, soit qu'il s'agisse de choses vues au cours de lointains voyages et utiles à faire connaître, soit que l'auteur décrive ses propres inventions.

Parmi les dernières, la *balance dynamométrique*, ou *frein équilibré*, fut signalée avec éloge à la « Société d'Encouragement pour l'industrie nationale », par l'un de ses secrétaires, M. Collignon ; le Comité des arts mécaniques de la même Société fit également grand cas des divers *organes de transmissions de mouvement* imaginés par Raffard et, entre autres, du *plateau d'accouplement à bagues*



Digitized by Google

*de caoutchouc*, aujourd'hui classique et universellement appliqué pour substituer des liens élastiques à la rigidité d'assemblage de deux arbres situés en prolongement l'un de l'autre.

Les *régulateurs à force centrifuge* furent, de la part de notre Collègue, l'objet d'études et de transformations dont les galeries du Conservatoire des Arts et Métiers possèdent d'intéressants modèles.

Dans le même ordre d'idées, une application des *mouvements louvoyants* montre, en même temps que l'esprit curieux et pratique de ce chercheur, la modestie scrupuleuse à laquelle nous faisions allusion plus haut. Raffard avait constaté que tous les organes (papillons, obturateurs, détentes variables), servant à modifier l'admission de la vapeur dans le cylindre opposaient toujours une certaine résistance aux mouvements du manchon du régulateur, résistance qui, pour être surmontée, nécessitait une accélération proportionnelle de la vitesse. « Il en résulte, » remarquait Raffard (1), que, de part et d'autre de l'allure du » régime, il y a un certain écart de vitesse que le régulateur ne » peut corriger et pour lequel il est fatalement paralysé et par » conséquent impuissant...

» L'appareil imaginé pour obvier à cet inconvénient repose, » ajoute l'auteur, sur le principe des *mouvements louvoyants* mis » en lumière par M. Haton de la Goupillière dans son *Traité des* » *mécanismes*, p. 391. D'après ce principe, toute force trop petite » pour vaincre la résistance d'un organe donné, peut cependant » entrer en jeu et produire l'effet voulu, si on la compose avec » une autre force perpendiculaire, ou inclinée sur la première, » mais capable de mouvoir l'organe considéré. »

Et ayant ainsi rendu hommage au savant qui l'a inspiré, l'inventeur décrit, avec sa clarté habituelle, l'*obturateur à mouvement louvoyant* qu'il a imaginé.

L'esprit toujours en éveil, toujours prêt à l'étude des questions d'intérêt général, notre Collègue, à la nouvelle du terrible incendie qui désola le port de Bordeaux en septembre 1869 et qui débuta par l'explosion d'une gabare chargée de pétrole, conçut le projet d'un barrage flottant articulé ; il en fit part à plusieurs Ingénieurs qui lui conseillèrent d'envoyer son projet au ministre de la Marine. Deux jours après le manuscrit était expédié et, le 11 novembre suivant, une lettre de l'amiral Rigault

(1) *Bulletin technologique* de la Société des Anciens Elèves des Écoles d'Arts et Métiers, 1888, p. 1197.

Digitized by Google

de Genouilly informait M. Raffard que son travail avait été soumis à l'examen d'une Commission du Bureau des Constructions navales, et que l'avis de cette Commission était... qu'il n'y avait pas lieu d'appliquer le système proposé dans la marine impériale. Quelques mois plus tard, cependant, des Ingénieurs de la marine firent à Marseille des expériences qui démontrèrent l'utilité du barrage flottant. Dix-huit ans après, au cours d'une excursion au Havre, M. Raffard eut la satisfaction de constater que l'idée avait fait son chemin et que le bassin de la Floride était pourvu d'un barrage flottant articulé, dont les éléments avaient été étudiés et construits par un autre de nos éminents Collègues, M. Normand.

Dans la communication où il rappelait le fait, Raffard ajoutait avec sa philosophie accoutumée :

« En présentant mon projet, je n'avais d'autre but que de venir » en aide à mes concitoyens. Certaines inventions sont dans l'air » et forcément doivent éclore un jour ou l'autre; nous savons » tous que souvent plusieurs personnes arrivent en même temps » pour déposer leur demande de brevet pour une seule et même » chose; il s'ensuit que si l'un des inventeurs n'existait pas, » l'humanité n'y perdrait rien. Aussi n'est-ce qu'au point de vue » historique que je donne la date de cette invention (1). »

Raffard avait imaginé un *extincteur automatique d'incendie* sous le nom de *chaîne à maillons fusibles.* Cette invention date de 1878, elle est donc antérieure aux appareils qui nous reviennent aujourd'hui d'Amérique, avec la faveur généralement accordée aux produits exotiques.

Rappelons encore que notre Collègue fut l'importateur, en France, du *rabot à lame de caoutchouc*, qu'il avait vu employer à bord d'un navire pour le lavage du pont, et qu'il eut le mérite de faire adopter par la Ville de Paris pour le nettoyage des chaussées macadamisées et des trottoirs, à force de démarches persévérantes et sans rechercher aucun profit personnel.

Il serait impossible de mentionner, au cours d'une notice forcément limitée, toutes les conceptions originales de Raffard visant la meilleure utilisation de la vapeur dans les machines motrices, des applications spéci ales dudynamomètre, la construction des machines dynamos, l'outillage des mines, etc., etc.; il importe, toutefois, d'insister sur deux inventions qui constituent, pour

(1) *Bulletin technologique* de la Société des Anciens Élèves des Ecoles d'Arts et Métiers, 1890.

Digitized by Google

notre pays non moins que pour Raffard, des antériorités incontestables dans l'application de la *traction électrique aux tramways et aux chemins de fer.*

Au mois de *mai 1881*, notre Collègue installait, sur un *tram* de la « Compagnie générale des Omnibus de Paris », une *batterie d'accumulateurs* qui permit à ladite voiture le trajet des ateliers de Montreuil au cours de Vincennes, puis de la place de la Nation à Versailles, et retour.

En *1883*, la *première locomotive électrique* était également due à Raffard. En France, par suite de convention avec le cessionnaire, le brevet pour cette locomotive fut pris sous un autre nom, mais, aux États-Unis, la loi américaine exigeant la désignation sous serment de l'inventeur réel, la patente fut délivrée personnellement à Raffard, qui la rétrocéda à la « Thomson Houston Electric Company » du Connecticut. Cette glorieuse priorité mérite d'être consignée ici.

Ingénieur-Conseil de la maison Bréguet depuis longues années, Raffard, dont les premières inventions figuraient à l'Exposition de 1849, participa, en qualité de collaborateur, à l'Exposition universelle de Bruxelles en 1897; il reçut à ce titre et pour l'ensemble de ses travaux un diplôme d'honneur et, bientôt après, fut promu Chevalier de l'ordre de Léopold.

Si nous ajoutons que Raffard se montra toujours empressé à rendre service, soucieux d'améliorer le sort des ouvriers, d'encourager les jeunes, de les aider de ses conseils et de son expérience, on comprendra les regrets unanimes de ceux qui ont connu cet homme de bien, cet Ingénieur éminent.

Digitized by Google

# TABLE

DES

# TRAVAUX DE N.-J. RAFFARD PARUS DE 1870 A 1896

## dans les publications de la Société des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers.

*La lettre* **A** *désigne l'Annuaire,*
*la lettre* **T** *le Bulletin technologique et le signe* (*) *les inventions de l'auteur.*


| | | ANNÉE | PAG. |
|---|---|---|---|
| Ancienne machine arabe servant à puiser l'eau à Aïn-Sefra, Algérie. | T | 1894 | 609 |
| Aperçu sur les mines de Bendigo, Australie. | T | 1890 | 337 |
| Appareil de ventilation en usage sur les mines d'Australie. | A | 1871-1872 | 168 |
| *Appareil de sûreté contre l'excès de tension de la vapeur et l'excès ou le manque d'eau dans la chaudière | T | 1889 | 377 |
| *Avertisseur de l'échauffement des tourillons | T | 1888 | 519 |
| *Balance dynamométrique ou frein équilibré | T | 1880 | 438 |
| *Balance dynamométrique (grande) | T | 1889 | 283 |
| *Barrage flottant articulé pour limiter et circonscrire dans les ports les incendies alimentés par les huiles minérales | T | 1887 | 636 |
| Berceau chinois pour le lavage des sables aurifères | T | 1890 | 344 |
| Bocard à grille pour les quartz aurifères. | T | 1890 | 337 |
| Chemin de fer domestique aérien | T | 1891 | 622 |
| Chemin de fer de Calais à Calcutta. | T | 1873 | 339 |
| Chemin de fer transcaspien (Grande ligne de) | T | 1884 | 1210 |
| Compensateur d'Amos | T | 1882 | 308 |
| *Compensateur électrique pour freins dynamométriques | T | 1882 | 467 |
| *Compensateur pour les transmissions par câbles multiples. | T | 1890 | 317 |
| *Compteur totalisateur à deux roulettes et à mouvement différentiel. | T | 1889 | 747 |
| *Compteur totalisateur à deux roulettes et deux cônes | T | 1890 | 201 |
| Considérations sur les imperfections inhérentes au RÉGULATEUR DE WATT ou à ses modifications et tendant à montrer que l'on ne peut régler la vitesse des machines avec les régulateurs paraboliques ou isochrones | A | 1871-1872 | 329 |
| Considérations sur les phénomènes du frottement dans les machines. | T | 1895 | 646 |
| Courroie enduite d'émeri pour le polissage. | T | 1891 | 626 |
| *Coupe-circuit de sûreté à soudure fusible. | T | 1888 | 640 |
| Courroies et cordes à boyaux pour transmissions | T | 1884 | 142 |
| *Débrayage pour les poulies à gorges | T | 1879 | 543 |
| *Démontage presque instantané et sans altération des surfaces en contact de toutes les pièces de mécanique montées à chaud, telles que frettes, bandages, roues, manivelles, etc | T | 1894 | 161 |
| *Dissymétrie de têtes de bielles | T | 1895 | 50 |
| *Dynamo rustique RAFFARD à anneau de PACINOTTI. | T | 1890 | 191 |
| Dynamo à tambour d'HEFNER ALTENECK. | T | 1891 | 252 |
| *Dynamomètre à engrenages pour les petites vitesses. | T | 1882 | 110 |
| *Dynamomètre funiculaire. | T | 1882 | 186 |


Digitized by Google

| | | ANNÉE | PAG. |
|---|---|---|---|
| Dynamomètre de HEFNER ALTENECK | T | 1882 | 369 |
| *Dynamomètre de transmission pour les grandes vitesses | T | 1890 | 33 |
| *Dynamomètre totalisateur à courroie élastique | T | 1884 | 150 |
| Dynamomètre de White | T | 1882 | 183 |
| Dynamomètre de William Tatham | T | 1882 | 229 |
| Eau fraîche (Moyen employé en Australie pour avoir de l') | T | 1873 | 57 |
| Effets nuisibles des mouvements louvoyants | T | 1884 | 494 |
| *Equerre axiale pour percer les trous au cliquet ou au vilebrequin | T | 1890 | 489 |
| Essai de mécanique chimique par Berthelot | T | 1880 | 204 |
| Étude sur les transmissions par câbles multiples | T | 1890 | 310 |
| Expériences sur le frottement des courroies | T | 1880 | 671 |
| *Extincteur automatique des incendies | T | 1888 | 516 |
| *Fermeture magnétique de sûreté pour les lampes des mines | T | 1889 | 604 |
| Filons aurifères | T | 1890 | 338 |
| Fontaines illuminées des expositions de Londres et de Manchester | T | 1887 | 917 |
| Forme à donner aux manivelles des machines à vapeur | T | 1884 | 498 |
| Frein à couple de M. Hillairet comparé au frein de de Prony | T | 1890 | 320 |
| *Frein dynamométrique à compensateur électrique et réglage automatique | T | 1882 | 467 |
| Freins dynamométriques équilibrés à réglage automatique et à sangle métallique | T | 1889 | 286 |
| Frein funiculaire de M. Carpentier | T | 1880 | 283 |
| Frein de M. Marcel Deprez | T | 1880 | 286 |
| Frein de de Prony (équilibré) | T | 1890 | 325 |
| Frein de de Prony à réglage automatique partiel | T | 1880 | 289 |
| Frein Raffard, dispositif de M. René Arnoux | T | 1889 | 292 |
| *Frein de roulis | T | 1872 | 557 |
| Frein dynamométrique de la *Royal Agricultural Society* | T | 1882 | 306 |
| Frottement des courroies (Expériences sur le) | T | 1880 | 671 |
| Frottement des coussinets — expériences de M. Beauchamp Tower | T | 1884 | 584 |
| *Gréement destiné à augmenter la vitesse des navires à voiles | T | 1872 | 471 |
| Historique de l'application de la vapeur surchauffée aux machines fixes et aux locomotives | T | 1892 | 1171 |
| Indicateur optique de John Perry | T | 1891 | 642 |
| Influence de la détente variable par le régulateur sur la régularité du mouvement et l'économie de la vapeur dans les machines Compound | T | 1878 | 413 |
| *Inverseur automatique du courant | T | 1890 | 107 |
| L'arbre, la manivelle, la bielle et le volant | T | 1890 | 18 |
| La sécurité de la navigation, cloisons étanches obligatoires | T | 1893 | 69 |
| *Locomotive électrique à grande vitesse | T | 1892 | 1242 |
| Locomotive électrique de 1.200 chevaux | T | 1895 | 346 |
| Locomotives et tramcars électriques | T | 1892 | 639 |
| Lumières et conduits de cylindres à vapeur | A | 1871-1872 | 171 |
| *Machines à vapeur oscillantes à distribution indépendante du mouvement du cylindre | A | 1871-1872 | 173 |
| *Machine à vapeur rotative (Turbine) | T | 1878 | 227 |
| *Manière de réduire ou d'annuler le frottement dû au poids du volant, dans les machines à vapeur | T | 1884 | 628 |
| Manivelles des machines à vapeur (De la meilleure forme à donner aux) | T | 1884 | 498 |
| *Mécanisme de mise en marche des moteurs | T | 1894 | 783 |


Digitized by Google

| | | ANNÉE | PAG. |
|---|---|---|---|
| Moyen employé par les mineurs australiens pour descendre et monter dans les puits | A | 1871-1872 | 163 |
| Mouvement louvoyant | T | 1884 | 494 |
| *Mouvement louvoyant comme moyen de vérification prompte et parfaite de l'équilibre des arbres, roues, balanciers, etc. | T | 1894 | 931 |
| Navires à voiles pour la navigation de plaisance | T | 1890 | 348 |
| *Nouveau mécanisme pour produire la rotation dans le tour à pédale | T | 1875 | 363 |
| *Nouveau système de machine à vapeur | T | 1875 | 227 |
| *Obturateur à mouvement louvoyant | T | 1885 | 1197 |
| *Pédale équilibrée et dispositif sans points-morts produisant la rotation dans le sens voulu | T | 1895 | 593 |
| *Plateau d'accouplement à bagues de caoutchouc | T | 1886 | 428 |
| Pompe à sable | T | 1890 | 334 |
| *Quinquet-graisseur, graissage automatique, machine à vapeur et dynamo-rustique pour l'éclairage des Bateaux-Express de la Seine | T | 1886 | 114 |
| Rabot à lame de caoutchouc pour le nettoyage des chaussées bitumées, des ponts des navires, etc. | T | 1888 | 1205 |
| Régularisation du mouvement des machines au moyen de l'accouplement élastique Raffard | T | 1892 | 134 |
| Régulateur de Watt (sans stabilité, pas de régulateur) | A | 1871-1872 | 329 |
| *Régulateur à double action (centrifuge et tangentielle) | T | 1872 | 645 |
| Régularisation du mouvement dans les appareils à simple effet | T | 1890 | 31 |
| *Self acting godille ou paracalme | T | 1872 | 559 |
| *Serrage automatique et réglage électrique des freins dynamométriques. Frein de la *Royal Agricultural Society* | T | 1882 | 467 |
| Surprenant effet de frottement | T | 1891 | 647 |
| Symétrie des têtes de bielles dans les machines à vapeur | T | 1878 | 351 |
| *Système de gréement destiné à augmenter la vitesse des navires à voiles | T | 1872 | 471 |
| *Table magnétique pour les lampes de sûreté des mines | T | 1889 | 604 |
| Tachomètre de Campbell et Golden | T | 1884 | 720 |
| *Tambour d'accouplement à bagues de caoutchouc | T | 1889 | 547 |
| *Thermo-régulateur à ébullition | T | 1879 | 274 |
| *Totalisateur à deux roulettes | T | 1889 | 747 |
| *Traction électrique automobile fonctionnant au moyen d'accumulateurs | T | 1883 | 723 |
| Traction électrique au moyen des accumulateurs | T | 1887 | 794 |
| Traité élémentaire de la pile électrique par NIAUDET | T | 1881 | 580 |
| Tramcars électriques de Bruxelles et de Paris | T | 1890 | 367 |
| *Transmission équilibrée par corde sans fin et pédale équilibrée actionnant une petite magnéto-électrique de laboratoire | T | 1879 | 650 |
| Transmission du mouvement d'un arbre à un autre arbre situé dans son prolongement | T | 1888 | 417 |
| Travail de la vapeur | T | 1881 | 195 |
| *Vapeur sèche à de grandes distances de la chaudière | T | 1889 | 577 |
| Vitesse des transatlantiques | T | 1890 | 349 |
| *Volant isochrone | T | 1891 | 197 |
| Yachts de course; leur construction et leur gréement | T | 1890 | 94 |


Digitized by Google

# Brevets pris par M. N.-J. RAFFARD, de 1850 à 1896

| Numéros des brevets | |
|---|---|
| 11184 | 30 janvier 1851. — Dispositions et perfectionnements apportés aux machines à vapeur oscillantes. Séchage de la vapeur détendue par son passage dans un tube traversant la chaudière. |
| 93561 | 13 décembre 1871. — Régulateur à inertie et à force centrifuge (régulateur à double action centrifuge et tangentielle). |
| 93938 | 30 décembre 1871. — Moteur à vapeur inexplosible, à colonne d'eau et de vapeur. |
| 108567 | 19 juin 1875. — Régulateur de surchauffe des gaz et des vapeurs (thermo-régulateur à ébullition). |
| 146638 | 31 décembre 1881. — Un ensemble de moyens propres à supprimer le point mort dans les arbres à manivelle. |
| 146848 | 14 janvier 1882. — Frein dynamométrique électrique. |
| 147805 | 9 mars 1882. — Un dynamomètre de transmission. |
| 156187 | 8 juin 1883. — Système de traction électrique pour tramway (au moyen d'accumulateurs). |
| 157466 | (527.126) ELECTRIC LOCOMOTIVE. Nicolas-Jules RAFFARD, Paris, France, assignor to the Thomson-Houston Electric Company, of Connecticut. Filed july 23, 1891. Renewed Apr. 13, 1894. Serial n° 507.460 (no model) Patented in France sept. 10, 1883, n° 157.466. |
| 158681 | 20 novembre 1883. — Perfectionnements aux machines dynamo-électriques et électro-dynamiques (dynamo-rustique en deux pièces). |
| 166990 | 12 février 1885. — Perfectionnements aux machines à vapeur à grande vitesse (graissage automatique, quinquet graisseur). |
| 169337 | 4 juin 1885. — Plateau d'accouplement et tambour d'accouplement. |
| 179158 | 21 octobre 1886. — Pour l'application du vide à la dessiccation parfaite des enveloppes et des enduits qui recouvrent les conducteurs électriques et servent à les isoler. |
| 180003 | 30 novembre 1886. — Perfectionnements apportés aux machines magnéto ou dynamo-électriques, génératrices ou réceptrices. |
| 180052 | 3 décembre 1886. — Perfectionnements apportés aux machines magnéto et dynamo-électriques, génératrices ou réceptrices. |
| 180747 | 7 janvier 1887. — Perfectionnements apportés à la construction des machines dynamo-électriques. |
| 186411 | 15 octobre 1887. — Système d'engrenage ou train épicycloïdal destiné à transmettre, dans un rapport quelconque de vitesse, le mouvement de rotation à deux arbres situés dans le prolongement l'un de l'autre. |
| 192329 | 10 août 1888. — Perfectionnements apportés aux machines à vapeur et autres (obturateur à mouvement louvoyant). |
| 194013 | 10 novembre 1888. — Dispositifs automatiques de sûreté pour la commande des dynamos génératrices ou réceptrices. |
| 202199 | 26 novembre 1889. — Mécanisme compensateur égalisant le travail des câbles dans les transmissions par poulies ou tambours à gorges. |
| 205572 | 9 mai 1890. — Volant isochrone. |

Digitized by Google

# CHRONIQUES

## N$^{os}$ 226 et 227.

SOMMAIRE. — Température des mines profondes. — Emploi de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les mines de charbon. — Les salines de Wieliczka. — Le tunnel du Simplon. — Le matériel de la batellerie. — Économie à réaliser dans le transport des minerais. — Efficacité des pressions élevées dans les locomotives. — Accroissement de la pression ou accroissement de la capacité dans les chaudières de locomotives? — Réglage des tiroirs de locomotives. — Nouveau procédé pour obtenir de hautes températures. — La pression du vent.

**Température des mines profondes.** — Un mémoire de de M. James Stirling, présenté à l'*Australian Institution of Mining Engineers*, traite de la question de la température dans les mines profondes, question qui a un rapport immédiat avec l'avenir de l'exploitation des mines.

L'auteur a été amené depuis longtenps à douter de la rigueur des formules employées par les physiciens pour déterminer l'accroissement de la température avec la profondeur, et les observations réunies sur plusieurs points du globe peuvent servir à modifier avantageusement ces formules.

Voici d'abord quelques considérations préliminaires basées sur l'observation et qui présentent de l'intérêt pour les Ingénieurs des mines.

*Température de l'air*. — La variation de la température à la surface ou près de la surface, est trop grande d'un jour à l'autre ou encore aux différentes heures d'un même jour, pour qu'il y ait quelque utilité à tracer une courbe moyenne des températures. Si on essaye de le faire, comme l'auteur en donne un spécimen, on voit que les courbes sont très irrégulières; cela tient en grande partie à l'influence des courants.

On observe toutefois qu'il y a un accroissement graduel de température à une plus grande profondeur, et cet accroissement est notablement supérieur à l'accroissement correspondant pour la roche.

Voici des chiffres relatifs à l'accroissement de la température de l'air avec la profondeur, d'après des observations faites aux mines de Bendigo, en Australie.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mine 180 profondeur. . . . | 138 *m* | accroissement de | 1° C. pour | 66 5 *m* |
| — de 383 à | 534 | — | — | 62,7 |
| — 534 | 824 | — | — | 36.8 |
| — 824 | 883 | — | — | 38,5 |
| — 883 | 948 | — | — | 37,4 |
| — de la surface | 948 | — | — | 94,0 |
| Mines Shenandoah . . . . | 878 | — | — | 63,2 |
| Victoria Quartz. . . . . | 857 | — | — | 110,0 |
| Shamrock . . . . . | 753 | — | — | 45,1 |
| Great Extended Hustlers. . | 701 | — | — | 40,7 |
| Princess Dagmar . . . . . | 1597 | — | — | 29,7 |
| United Hustlers et Redan (1) | 442 | — | — | 20,9 |

(1) Le chiffre élevé de la mine United Hustlers peut provenir d'une ventilation imparfaite.

Digitized by Google

Des observations faites récemment à grande profondeur dans diverses contrées, ont donné les chiffres ci-dessous :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A Schladebach . . | profondeur de | 1 716 *m.* | la température était de | 56°6 C |
| A Wheeling . . . | — | 1 361 | — | 43,8 |
| A North Tamarach | — | 1 357 | — | 28,9 |
| A Calumet et Hecla | — | 1 397 | — | 26,1 |
| A Bendigo . . . . | — | 991 | — | 36,1 |

*Accroissement de la température de la roche.* — Si on suppose la température moyenne (annuelle) à la surface à Bendigo de 20° C., et si on admet que la température de la roche au-dessous de la ligne, ou zone de température constante (environ 30 *m* de la surface), est la même pendant toute l'année, on a trouvé les résultats suivants à la mine Lansell 180, à Bendigo.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Du sol à la | profondeur de | 138 *m* | accroissement de | 1° C. par | 55 0 *m* |
| — | — | 383 | — | — | 100,1 |
| — | — | 534 | — | — | 95,2 |
| . . | — | 824 | — | — | 83,6 |
| — | — | 883 | — | — | 64,4 |
| — | — | 948 | — | — | 55,6 |
| — | — | 991 | — | — | 61,3 |

Si on prend pour accroissement moyen de la température avec la profondeur la moyenne des résultats précédents, on trouve les chiffres suivants pour les profondeurs correspondant à un accroissement de un degré centigrade, cette valeur étant de 75,5 *m* dans le terrain silurien de Bendigo.

| | | | Profondeur |
|---|---|---|---|
| Calumet et Hecla. — États-Unis. | Accroissement de 1° C. par | 123,0 *m* | 1 437 *m* |
| Mine 180 Lansell. — Bendigo. | — | 178,7 | 991 |
| Houillère de Dunkenfield. — Angleterre. | — | 45,8 | 627 |
| Sondage Royal Victoria. — Transvaal. | — | 45,1 | 762 |
| Tunnel du Gothard. | — | 33,0 | — |
| Sondage de Port Jackson. — Australie. | — | 44,0 | 894 |
| Mendart. — Luxembourg. | — | 31,4 | 732 |
| Puits à huile de Wheeling. — États-Unis. | — | 39,5 | — |
| Sondage de Schladebach. — Prusse. | — | 35,7 | 1 749 |
| Sondage de Paruschowitz. — Haute-Silésie. | — | 34,2 | 2 005 |
| Westphalie. | — | 29,7 | 648 |

*Variation diurne de la température et de la pression de l'air.* — Si on compare les observations faites sur la température et la pression, le matin et l'après-midi, on trouve les différences suivantes :

| | | 29 Novembre. | | 2 Décembre. | | 3 Décembre. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 h. M. | 4 h. S. | 10 h. M. | 4 h. S. | 10. M. | 4 h. S. |
| Profondeur | Temp. C. | 29,4 | 29,4 | 30,0 | 28,9 | 25,5 | 28,9 |
| 948 *m.* | Barom. | 0,821 | 0,819 | 0,805 | 0,807 | 0,797 | 0,810 |

Digitized by Google

Ainsi, le 3 décembre, la différence de température à la profondeur de 948 *m* était de 3.4° C. et la différence de pression de 13 *mm* du matin au soir, mais une partie de ces différences peut être attribuée à la direction du vent à la surface.

*Température des lignes de faille.* — Pour reconnaître s'il existe quelque différence entre les températures de la roche près des lignes de faille, on a fait des observations au niveau de 823 *m* et on a trouvé une différence de 1 degré C. environ entre les couches adjacentes, ce qui ferait supposer que la température de la roche s'élève le long des lignes de faille.

C'est un fait à peu près hors de doute que les eaux pluviales, lorsqu'elles circulent près des lignes de perturbation ou qu'elles s'infiltrent le long de couches plus poreuses, causent une élévation de température, par l'action chimique de la décomposition des sulfates ou d'autres substances minérales.

Les irrégularités dans la température de l'air constatées au même niveau à des dates différentes ou à différents niveaux, peuvent être attribuées dans une certaine mesure, à la distribution de l'air dans les diverses galeries ou à la présence d'eau courante à certaines places et aussi à la différence de conductibilité des roches, bien que les écarts qu'on constate entre la température des schistes, des grès, du quartz et de la Limburgite soient à peine appréciables. On a déjà signalé que d'après certaines observations, une partie de la variation dans l'accroissement de la chaleur est due au plus ou moins de conductibilité de la roche à la surface. Celle du quartz blanc opaque étant de 114, celle du basalte est de 273. Il y a plus de résistance à la transmission du calorique dans le sens perpendiculaire que dans le sens parallèle à la stratification.

On a aussi observé que dans les parties où se trouvent des anciennes formations qui n'ont pas été soumises à l'action des roches éruptives, l'accroissement de température avec la profondeur est moindre que dans les parties où les roches volcaniques dominent. D'après les observations faites à Bendigo, le taux d'accroissement de la température avec la profondeur est plus grand pour l'air que pour la masse rocheuse,

*Composition de l'air.* — D'après certaines autorités, l'air des mines doit être considéré comme impropre à la respiration dès qu'il contient 0,1 0/0 d'acide carbonique. Les recherches de M. Grelauf indiquent que même à des proportions trop faibles pour nuire à la respiration, l'acide carbonique a une influence insalubre sur les hommes qui travaillent huit heures dans des travaux souterrains.

C'est dans les fronts de taille que l'air irrespirable s'accumule le plus facilement, et les hommes qui travaillent dans ces parties sont les plus exposés. L'air contenant plus de 0,35 0/0 d'acide carbonique est nuisible à respirer même pendant peu de temps. Un homme qui travaille dans un front de taille, produit par sa respiration 59 *l* d'acide carbonique par heure, sa lampe en produit 70 *l* dans le même temps, de sorte que pour amener ce volume d'acide carbonique à la proportion de 0,35 0/0, il faut le diluer dans une masse de 36 900 *l* d'air pur. Mais, de plus, il faut tenir compte des miasmes provenant du corps, pour lesquels il faut pré-

Digitized by Google

voir au moins 3 400 *l*. Quant à l'effet des explosifs avec la poudre, on doit admettre que 1 *kg* de poudre produit 160 *l* d'acide carbonique, plus une certaine proportion d'hydrogène carburé et d'hydrogène sulfuré.

Lorsqu'on met en contact deux fluides qui n'ont point d'action chimique l'un sur l'autre, ils se mélangent spontanément, et la rapidité de la diffusion dépend des conditions de l'opération. Avec les gaz, le mélange a lieu plus rapidement qu'avec les liquides.

La différence de densité joue un rôle important, les gaz les plus denses se diffusant plus difficilement ; ainsi l'hydrogène se diffuse de haut en bas cinq fois plus vite que l'acide carbonique de bas en haut. L'acide carbonique expiré du poumon se diffuse rapidement dans la masse de l'air amené par la ventilation, bien que tout d'abord ce gaz tende à descendre vers le sol. La diffusion d'un gaz stagnant dans une masse gazeuse en mouvement se fait lentement et d'autant plus que la vitesse de cette dernière est plus grande.

On ne doit pas perdre de vue que l'eau possède la propriété d'absorber les gaz, la quantité absorbée variant avec la nature des gaz, avec la température et avec la pression. Ainsi, à 60° F. (15°5' C.), à la pression atmosphérique, l'eau dissout 0,025 de son volume d'azote et 0,046 d'oxygène et un volume égal au sien d'acide carbonique. De grandes proportions de gaz sont absorbées par les eaux d'infiltration dans les travaux souterrains.

On a fait, à Bendigo, des recherches pour constater la proportion d'acide carbonique dans l'air des mines. M. Stone, chimiste du Gouvernement, a recueilli des échantillons à diverses places et leur analyse a donné les résultats suivants :

| | Barom. | $CO^2$ | Profondr | |
|---|---|---|---|---|
| Mine 180 Lansell . . . . | 0,824 | 0.39 0/0 | 1 095 *m* | galerie. |
| — — . . . . | — | 0,35 | 1 095 *m* | puits. |
| — — . . . . | 0,818 | 0,25 | 945 *m* | galerie. |
| Shamrock. . . . . | 0,818 | 0,25 | 823 *m* | fond de puits. |
| Princess Dagmar . . . . | 0,798 | 0,09 | 651 *m* | — |
| United Hustlers et Rodan. | 0,783 | 0,71 | — | — |
| Great Extended Hustlers. | 0,803 | 0,17 | 701 *m* | galerie. |

Nous avons trouvé cet article dans l'*Iron and Coal Trades Review*, numéro du 28 octobre dernier, d'où nous l'avons résumé et traduit.

**Emploi de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les mines de charbon.** — Nous trouvons dans le même périodique le résumé d'un mémoire lu à la récente réunion, à Birmingham, de l'*Institution of Mining Engineers*, par M. H. Schaw, major-général (en retraite) au corps des *Royal Engineers*, et traitant de l'emploi de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les mines de charbon.

Bien qu'il ne s'agisse que d'une simple proposition qui n'a pas encore été soumise à l'expérience, nous avons pensé intéressant d'en donner connaissance à nos Collègues.

Une explosion désastreuse survenue à la houillère de Brunnerton, dans

Digitized by Google

la Nouvelle-Zélande, en 1897, explosion qui a fait un grand nombre de victimes, a été produite par un coup de mine chargé avec de la poudre, lequel a enflammé des poussières de charbon; l'auteur a été amené, à la suite de cette catastrophe, à examiner l'emploi de la vapeur à haute pression pour remplacer les explosifs dans les mines à grisou ou à poussières.

Le point de départ serait qu'une cartouche remplie d'eau et placée dans un trou de mine, serait transformée en vapeur à la pression d'environ 10 à 11 *kg* par centimètre carré, par l'effet d'un courant électrique à basse tension, la résistance de l'enveloppe était calculée pour que celle-ci se brise à la pression indiquée et que l'expansion de la vapeur produise l'abatage de la houille.

L'auteur a fait quelques expériences à l'effet de reconnaitre s'il était possible d'amener de l'eau à l'ébullition par la chaleur développée par un courant électrique traversant un fil de platine semblable à ceux dont on se sert pour faire détoner des mines sous l'eau et les expériences ont réussi. Il a constaté qu'il suffisait d'employer un fil simple formant une seule boucle; l'usage d'un fil enroulé en serpentin n'est pas à recommander, d'abord parce que le courant peut passer d'une spire à l'autre, et ensuite parce que la présence du serpentin gêne la circulation de l'eau à mesure qu'elle s'échauffe.

L'auteur n'a pas pu trouver à la Nouvelle-Zélande les moyens d'expérimenter ce procédé d'une manière pratique: par conséquent, il ne sait pas si l'eau convertie en vapeur sous pression absorbera la chaleur du fil assez rapidement pour empêcher celui-ci d'entrer en fusion. Il croit toutefois qu'il en sera ainsi, et qu'au moment où la cartouche fera explosion, le fil se fondra, le courant sera interrompu et qu'il n'y aura aucun risque de voir le fil incandescent mettre le feu au grisou ou aux poussières.

En supposant que les choses se passent comme il vient d'être dit, la force développée sera-t-elle suffisante pour briser la masse de charbon? Cette force sera évidemment bien inférieure à celle de la poudre ou des autres explosifs. C'est une première question à trancher avant d'aller plus loin. Si elle était résolue affirmativement, il est probable qu'on ne rencontrerait pas de difficultés pratiques sérieuses pour l'application du procédé et qu'il donnerait une sécurité absolue; ce serait même son seul avantage, car il serait certainement plus coûteux et plus compliqué que les méthodes actuelles, mais cet avantage est assez important pour faire passer sur le reste.

Comme calcul approximatif on peut admettre qu'une cartouche de 44 *mm* de diamètre et 89 *mm* de longueur contenant environ 16,5 $cm^3$ d'eau pourra servir pour un trou de mine de 50 *mm* de diamètre.

La conversion de l'eau en vapeur à haute pression demandera environ une minute et demie avec le courant qu'on emploierait, et l'effort exercé à la rupture de la cartouche atteindrait 1 300 à 1 400 *kg*.

On se servirait comme source d'électricité d'un dynamo donnant à 800 tours par minute un courant de 160 ampères à la tension de 60 volts. La résistance intérieure étant de 0,375 ohms, le travail nécessaire pour le fonctionnement de la dynamo serait de 25 *ch*. Avec un courant à

Digitized by Google

basse tension comme celui-ci, il n'y aurait aucun danger de production d'étincelles en dehors du contact des conducteurs.

Le calorique nécessaire pour vaporiser l'eau serait produit par l'échauffement d'un fil de platine de 0,15 *m* de longueur et de 1/3 de millimètre de diamètre, pesant 2,5 *g* le mètre courant, sa résistance sera de 1 ohm.

Le courant devra mettre le fil en fusion au moment où la cartouche sera brisée par la pression de la vapeur ; le courant sera alors interrompu. Pour plus de sécurité, on pourrait interposer un interrupteur automatique agissant électriquement pour arrêter le courant au moment de l'explosion.

Un appendice au mémoire donne le détail des calculs et les dessins de la cartouche proposée par l'auteur. Cet appendice ne se trouve pas dans le journal anglais duquel nous avons traduit ce qui précède.

**Les salines de Wieliczka.** — Ces salines si connues ont fait tout récemment l'objet d'une intéressante communication de M. Alexandrowicz, à l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège. On nous saura gré, pensons-nous, de la reproduire ici.

D'après la légende du pays, le dépôt de sel de Wieliczka, aurait été découvert au XIII^e^ siècle par sainte Cunégonde, reine de Pologne; mais des manuscrits trouvés dans la bibliothèque du Vatican, établissent que, dès le XI^e^ siècle, des couvents situés à proximité de Cracovie recevaient du sel gemme que leur fournissaient gratuitement les rois de Pologne.

L'exploitation, momentanément abandonnée à la suite de l'invasion des Tartares, aurait été reprise au XIII^e^ siècle, sous le règne de Boleslas, roi de Pologne, époux de sainte Cunégonde.

L'exploitation de sel gemme de Wieliczka était déjà soumise à certaines règles sous Casimir le Grand au XIV^e^ siècle ; mais ce n'est que, sous le règne du roi Auguste (XVIII^e^ siècle) qu'on s'est mis à exploiter les mines suivant les procédés techniques.

Depuis le partage de la Pologne, les mines de Wieliczka appartiennent au gouvernement autrichien qui les exploite pour son propre compte ; l'exploitation, ainsi que la vente de sel de cuisine, constitue un monopole du gouvernement austro-hongrois.

A deux reprises différentes, un incendie a éclaté dans l'intérieur des mines. Il s'y est aussi produit des explosions de certains gaz détonants. Mais le plus grand désastre a été occasionné par l'invasion des eaux de la Vistule en 1869, ce qui a failli faire cesser complètement les travaux.

La formation du « Salmare » (Na Cl), dans la région des Carpathes n'est pas sédimentaire ; le sel gemme y forme une *roche adventive*, amenée à l'époque tertiaire par voie geysérienne dans le terrain secondaire préexistant.

La preuve en est dans la grande pureté du sel de Wieliczka qui ne contient que 1 0/0 de matières étrangères, tandis que le résidu de l'eau de mer en contient 10 0/0.

Le peu d'étendue de l'amas qui ne mesure que 3 600 *m* de longueur sur 800 *m* de largeur et sur 150 *m* de puissance maximum, ainsi que

Digitized by Google

le manque de débris organiques de l'époque tertiaire, prouve suffisamment que cette roche n'est pas d'origine marine.

On distingue dans cet amas trois qualités de sel :

1° La couche supérieure, mélangée à de l'argile ;

2° La couche moyenne, complètement pure ;

3° La couche inférieure, formée de sel, contenant des grains de quartz.

Cette dernière qualité ne peut convenir qu'à l'industrie chimique, notamment à la fabrication du sel de soude.

La plus grande puissance d'une de ces couches de sel, sans interposition de roche, est de 20 *m*. L'exploitation se fait par puits et galeries ; les puits principaux sont au nombre de six, dont le plus profond mesure 245 *m* ; un puits intermediaire qui ne commence pas au jour, descend, jusqu'à 286 *m*.

Il y a sept étages, c'est-à-dire sept galeries principales, auxquelles se relient perpendiculairement d'autres nombreuses galeries.

Ces galeries ont en moyenne 3 *m* de longueur et de 3 à 5 *m* de hauteur. Leur développement linéaire mesure environ 80 *km*.

On y travaille à l'aise, malgré la haute température qui atteint 40° C. Les mineurs sont d'ailleurs vêtus en conséquence. Le sel gemme est détaché par blocs d'environ 5 *m* de largeur, sur toute la hauteur de la galerie, et sur une profondeur d'environ 0,45 *m*.

L'arrachement se fait, soit par des coins en bois, soit par des coups de mine au moyen de poudre ou de dynamite. Le bloc ainsi enlevé de la masse est découpé en cubes de 0,40 *m* de côté environ.

A certains étages, les vides sont consolidés par les roches encaissantes. Dans les couches inférieures où le sel a moins de valeur, le soutènement se fait par des blocs perdus. Enfin, dans les couches supérieures, on doit recourir au boisage.

Mille ouvriers environ sont occupés dans les mines de Wieliczka. Leur salaire annuel ne dépasse pas en moyenne 450 *f* par an. Ils produisent par tête 90 à 100 *t* de sel, tandis que l'ouvrier belge, d'après le remarquable rapport de M. Harzé, produit, dans des conditions autrement difficiles, 175 *t* de houille par an ; il est vrai qu'il gagne, en moyenne, plus de 1 000 *f* annuellement.

M. Alexandrowicz fait ici un parallèle entre le système du monopole appliqué en Autriche et celui de la libre concurrence en usage en Belgique.

Le prix courant d'une tonne de sel est de 10,40 *f* à la fosse. Le gouvernement autrichien le vend à trois prix différents, suivant la qualité. Le sel industriel est vendu 104 *f* la tonne, le sel mélangé d'argile, 177 *f* et le sel pur 208 *f* la tonne.

En Belgique, le sel de cuisine vendu en gros ne coûte que 35 à 40 *f* la tonne. Le sel qui vient d'Angleterre ne dépasse même pas le prix de 28 *f* la tonne.

En prenant le chiffre moyen de 177 *f* la tonne, pour une production annuelle de 100 000 *t*, on voit que les salines de Wieliczka rapportent au gouvernement autrichien un bénéfice net de 16 millions de francs.

Digitized by Google

Comme l'extraction et la vente du sel constituent un monopole, l'État austro-hongrois n'y regarde pas de très près. Ainsi les eaux d'épuisement, quoique saturées de sel, au lieu d'être recueillies et évaporées, sont tout simplement déversées dans un petit cours d'eau affluent de la Vistule. On perd ainsi annuellement 3 700 *t* de sel environ, ce qui, au prix de vente moyen donné ci-dessus, représente une perte de 592 000 *f*.

Les mines de Wieliczka renferment des excavations que l'on a transformées en salles de fête et en chapelles, où les statues et les colonnes sont sculptées dans le sel. Il existe aussi à l'intérieur un lac d'eau douce sur lequel on organise de temps à autre des fêtes vénitiennes.

Un journal de mines paraissant en Autriche, le *Berg-und Hüttenmännische Jahrbuch*, publie également sur les salines de Wieliczka un article où nous trouvons quelques détails intéressants qui ne figurent pas dans la communication précédente. Ainsi le premier plan de la mine a été dressé en 1638 par Martin German, un Suédois qui s'était fait une spécialité de ce genre de travaux. L'excavation pratiquée de 1772 à 1892 pour l'exploitation du sel, dépasse le volume de 2 250 000 $m^3$. On se sert de perforatrices, surtout des systèmes Ulrich, Elliot et Ratchet.

On emploie exclusivement des cartouches de poudre comprimée ; on dépense 85 *g* de poudre par tonne de sel ou 800 *g* par mètre courant de galerie. On rencontre quelquefois des gaz explosifs. Ce fut la cause d'un grave accident survenu en 1797, et en 1828 on rencontra une source de gaz, qui brûla pendant plusieurs semaines. Du reste, les salines de Wieliczka ont été très fréquemment décrites, car l'article que nous mentionnons se termine par une bibliographie donnant les titres de 150 ouvrages sur le sujet, rangés par ordre chronologique.

**Le tunnel du Simplon.** — La *Gazette de Lausanne* a donné récemment un intéressant article sur l'organisation de l'entreprise du tunnel du Simplon. Nous résumons ci-après les parties les plus importantes de cet article.

La Société d'entreprise du tunnel du Simplon, constituée sous la raison sociale Brandt, Brandau et C^ie^, est formée par le groupement des maisons Ch. Brandt et Brandau, à Hambourg, Locher et C^ie^, à Zürich, Sulzer et C^ie^, à Winterthur, et la Banque de Winterthur.

M. Alfred Braudt est connu par l'invention de la perforatrice hydraulique qui porte son nom. Il a travaillé au tunnel de l'Arlberg et en Hongrie ; tant pour son compte que pour celui d'une Société allemande, il exploite des mines dans la Sierra Morena, en Espagne. En outre, il a dirigé des travaux d'asséchement de mines situées dans la province d'Alméria. Son associé, M. Brandau, s'est fait une réputation par le percement du tunnel de Suram, dans le Caucase.

Quant à M. Ed. Locher, ancien colonel du génie, il est le constructeur du chemin de fer du Pilate, œuvre qui suffit à assurer sa réputation ; il a aussi travaillé au tunnel du Gothard.

La maison Sulzer et C^ie^ figure dans le syndicat surtout parce que c'est elle qui fabrique la perforatrice Brandt. D'une manière générale elle fournira à l'entreprise son outillage, mais nous savons déjà que son apport le plus précieux consiste dans l'idée qu'elle a eue d'un tunnel

Digitized by Google

double à seconde voie différée. C'est cette combinaison qui a permis à la Compagnie du Jura-Simplon d'établir sa justification financière.

L'idée elle-même de deux tunnels parallèles à simple voie n'était pas inédite, mais l'entreprise se propose d'en faire un usage tout à fait neuf et ingénieux, qui résoudra les pires difficultés rencontrées jusqu'à présent dans le percement des grands tunnels. Pour saisir l'avantage de ce système, il faut se rappeler qu'on percera simultanément, sur chaque côté de la montagne, deux galeries parallèles à une distance de 17 *m* d'axe en axe. La galerie destinée à devenir le tunnel I sera agrandie de manière à permettre la pose d'une voie simple pour le passage des trains, tandis que le tunnel II ne sera achevé que si le développement du trafic exige une double voie continue au lieu du simple évitement prévu au centre du tunnel. Tous les 280 *m*, les avancements sont reliés par des galeries transversales inclinées sur l'axe du tunnel. Cette disposition permettra aux wagons d'entrer dans la galerie II et de ressortir par le tunnel I après avoir pris leur chargement de déblais. La circulation facile des transports est ainsi assurée.

Le courant d'air de la ventilation artificielle cheminera dans le même sens que les trains. A cet effet, toutes les galeries transversales, à l'exception des plus rapprochées de l'avancement, seront fermées par des portes.

La galerie II sera affectée à l'écoulement des eaux. On y posera aussi la conduite d'eau fraîche d'un diamètre de 250 *mm* environ qui servira au rafraîchissement de l'air et au marinage.

L'enlèvement des déblais (marinage) se fera en effet au Simplon par une méthode nouvelle dont on espère de grands résultats. Aussitôt après l'explosion de la mine, on rejettera en arrière les décombres au moyen d'un puissant jet d'eau, qui, en une minute ou deux, déblaiera un espace suffisant pour la mise en batterie immédiate des perforatrices. Celles-ci peuvent donc reprendre le forage après un arrêt réduit au minimum et l'enlèvement des déblais a lieu pendant leur travail. Si ce procédé tient ce qu'on en attend, la durée du percement du Simplon pourra être réduite à quatre ans, alors que le contrat de l'entreprise lui accorde cinq ans et demi pour ce travail.

Le percement du Simplon décidera définitivement de la supériorité que la perforatrice Brandt prétend posséder sur les perforatrices employées au Gothard. Notons que M. Jean Meyer (1), l'Ingénieur émérite qui a dirigé les études du projet de 1882, était partisan de la perforatrice Brandt. Celle-ci a d'ailleurs à son actif des résultats sérieux, car elle a été employée du côté ouest du tunnel de l'Arlberg où elle a percé en moyenne 5,60 *m* par 24 heures. Au tunnel de Suram, dans le Caucase, l'avancement moyen a été de 5,90 *m* par jour.

Le gneiss étant la roche qui se rencontrera le plus souvent au Simplon, la perforatrice Brandt a été essayée en 1891, à Winterthur, sur un bloc de gneiss dur d'Antigoria. Elle y perçait le trou de 1 *m* de profondeur et de 70 *mm* de diamètre en 12 à 14 minutes et en usant un

(1) M. J. Meyer, mort prématurément en 1891, avait fait à notre Société diverses communications, entre autres en 1883, une très remarquable sur le tunnel du Simplon.



Digitized by Google

ou deux fleurets. Dans le tunnel en hélice de Pfaffensprung, au Gothard, le gneiss granitique compact usait neuf fleurets par mètre de forage ; avec la perforatrice Brandt, on compte que la perforation d'une attaque dans le gneiss dur ne dépassera pas deux heures et demie, bien qu'elle comporte quatre trous de 1,25 *m* de profondeur. Dans les schistes du versant nord de la montagne, l'avancement sera naturellement plus rapide.

La perforatrice Brandt ne frappe pas la roche, elle la creuse en tournant le fleuret à la manière d'une vrille. Elle est actionnée par l'eau sous pression. Dans le gneiss, la pression devra être portée à 100 *atm* ; dans les roches moins dures, 70 *atm* suffiront.

Le délai de cinq ans et demi court dès le commencement de la perforation mécanique, laquelle doit être précédée d'une période de perforation à la main évaluée à deux mois. Pour chaque jour de retard, l'entreprise paiera une somme de 5 000 *f*. En revanche, elle recevra une prime de 5 000 *f* par jour gagné. Sont réservés les cas de force majeure et celui où le travail serait interdit les dimanches et jours de fête. Pour ne pas encourir de pénalité, l'entreprise devra percer au moins 5,85 *m* par jour durant la période de pleine exploitation qui ne saurait excéder 49 mois.

L'eau consommée par le marinage et le travail des perforatrices servira aussi au rafraîchissement de l'air et de la roche et complétera ainsi l'effet d'une ventilation énergique. La température qu'il s'agit d'affronter pourra en effet s'élever jusqu'à 40° C., tandis que le maximum thermométrique du Gothard était de 38° 8. La prévision d'un maximum de 40° est fondée sur l'observation faite au Gothard où la température monta d'un degré par 44 *m* de profondeur. Or l'épaisseur maxima de la montagne au-dessus du tunnel sera de 2 135 *m* à l'endroit où le souterrain passera sous la frontière italo-suisse, au kilomètre 9,100 de la tête nord, entre le Wasenhorn (3 255 *m*) et le Furggenbaumhorn (2 991 *m*).

Au Gothard, le maximum d'épaisseur était de 1 706 *m*, au Mont-Cenis 1 654 et à l'Arlberg 720 *m*. Les moyens efficaces de ventilation dont on dispose aujourd'hui permettent une notable réduction de la température, et le cahier des charges de l'entreprise prévoit son maintien à 25° centigrades.

La chaleur ne constituant plus un obstacle, le tunnel est tracé directement entre ses deux têtes, et il ne sera pas fait usage des variantes à axe brisé qui ont été étudiées. Le tunnel mesurera donc 19 731 *m*. Sa tête nord, placée aussi bas que le permettent les hautes eaux du Rhône, est à l'altitude de 687 *m* ; sa tête sud à celle de 683, c'est-à-dire à la limite climatérique où cesse, près d'Isella, la circulation des traîneaux en hiver. Le point culminant du souterrain est marqué par la cote 705 et se trouve dans l'intérieur de la montagne, disposition qui facilite l'écoulement des eaux. La pente du tunnel est de 2 0/00 dans la direction du nord et de 7 0/00 sur le versant sud. Le tableau suivant montre que ces conditions sont en général plus favorables que celles des autres tunnels des Alpes.

Digitized by Google

| | Mont-Cenis | Gothard | Arlberg | Simplon |
|---|---|---|---|---|
| Longueur en mètres . . . . . | 12 849 | 14 984 | 10 240 | 19 731 |
| Altitude du point culminant. . . | 1 294 | 1 154 | 1 310 | 705 |
| Déclivité maxima dans le tunnel. | 22 | 5,82 | 15 | 7 |

Les entrepreneurs du Simplon bénéficient naturellement des progrès réalisés dans l'art de l'Ingénieur durant la longue attente qui leur a été imposée et, s'ils arrivent, comme c'est à espérer, à réduire notablement la période improductive de la construction, la Compagnie du Jura-Simplon sera la première à s'en réjouir. Elle compte bien d'ailleurs que, dans les quelques années qui nous séparent de l'inauguration du Simplon, la traction électrique aura été assez perfectionnée pour pouvoir être employée seule dans le grand tunnel.

Nous croyons intéressant d'ajouter à l'article qui précède quelques renseignements sur l'état actuel des travaux qui nous ont été fournis à la suite d'une visite faite le 19 novembre.

On commence une galerie dont on a excavé 100 *m* à la main, les premières perforatrices venant seulement d'arriver; on les a essayées, il y a quelques jours, sur des roches diverses : granit, gneiss et calcaires de différentes natures; mais il était difficile de se rendre compte de l'effet parce qu'on ne disposait que d'une charge d'eau assez faible, les installations de force motrice n'étant pas encore faites.

Il n'y a pour le moment que 400 ouvriers environ dont les trois quarts sont employés à l'établissement de la voie provisoire qui amène les matériaux et les machines et à la construction des bâtiments, provisoires aussi, nécessaires aux divers services, et de trente à quarante maisons pour loger le personnel. Ces logements sont de l'autre côté du Rhône, près du village de Matters. On a construit un pont spécial pour les communications. Près de l'extrémité de ce pont est établi l'observatoire qui sert à vérifier la direction du tunnel par son alignement avec un signal placé sur le sommet de la montagne, lequel correspond avec un autre situé à Isella, sur le versant italien. En même temps que cette galerie qui sera pour ainsi dire l'embryon du futur tunnel, sauf que celui-ci aura son entrée ailleurs, on perce une seconde galerie qui va rejoindre la première à une certaine distance et servira, comme il a été expliqué plus haut, tant à l'aération qu'à l'évacuation des déblais.

Ces galeries n'ont provisoirement que 3 *m* environ de longueur sur 2 *m* de hauteur. On les revêt intérieurement d'un briquetage de ciment comprimé rendu indispensable par la nature de la roche qui est un schiste extrêmement friable. Partout on trouve de l'eau en abondance. Au fond, où les ouvriers percent les trous de mine, c'est une vraie pluie qui tombe du toit et forme une rivière qui s'écoule dans un canal en maçonnerie.

M. Meyer, dans son mémoire de 1883 (Vol. I) indiquait page 796 que le premier chaînon parallèle au Rhône était presque entièrement constitué par des schistes lustrés ou schistes gris qui sont très avantageux pour la perforation au point de vue de la rapidité de l'avancement et de la solidité. De plus, les géologues observent qu'ils sont secs et qu'on peut s'attendre à n'y rencontrer que des infiltrations insignifiantes. Il est

Digitized by Google

possible que les sources d'eau dont nous venons de parler ne se produisent que superficiellement et disparaissent plus loin.

La bénédiction solennelle des travaux a été faite le dimanche 5 décembre, à Brigue, par l'évêque de Sion et, à Isella, par l'évêque de Domos d'Ossola.

Les journaux du Valais donnent des renseignements intéressants sur la cérémonie opérée du côté suisse, renseignements parmi lesquels on peut signaler des détails pittoresques.

Les invités ont franchi l'entrée du tunnel, décorée de branchages et de drapeaux et ornée de deux fresques représentant, l'une l'Helvétie, l'autre un mineur vêtu de gris et le pic sur l'épaule ; au-dessous deux marteaux croisés.

Revêtue provisoirement de briques, la voûte était sur sa première partie entièrement sèche. Mais les assistants ont été fort surpris de voir se répéter le miracle des noces de Cana. En effet, au lieu de l'eau ruisselante de la voûte, deux robinets dans le rocher versaient à discrétion le vin rouge et blanc.

Après eut lieu un banquet avec l'accompagnement obligé de toasts et discours dans lesquels a été émis l'espoir que le tunnel du Simplon ne servirait qu'à des œuvres de paix et non à des expéditions militaires, par des transports de troupes et de matériel de guerre.

**Matériel de la batellerie.** — On connait les expériences faites en France par M. l'ingénieur en chef B. de Mas pour apprécier la résistance à la traction des bateaux de rivières et de canaux. Nous trouvons, dans les *Annales des Travaux Publics de Belgique*, le résumé d'expériences analogues entreprises en 1895 par la société I. R. P. de Navigation sur le Danube en vue de déterminer la résistance propre des divers éléments constituant son matériel flottant (1). A raison de l'intérêt que présentent ces expériences, il parait utile d'en signaler les principaux résultats.

La section du Danube choisie pour les recherches est située en amont de Budapest. Sur une longueur de 5 *km*, elle offre un cours sensiblement rectiligne et une section transversale à peu près uniforme. De nombreux voyages d'essai ont été faits avec 29 bateaux de types différents.

Les instruments employés sont identiques à ceux dont s'est servi M. de Mas et dont la description a été donnée dans son ouvrage.

Il résulte des essais faits sur le Danube que la résistance à la traction d'un bateau peut s'exprimer en fonction de la vitesse par l'équation suivante :

$$r = \frac{1}{2p} V^n .$$

V est la vitesse relative du bateau et de l'eau en kilomètres par heure, $n$ un exposant à déterminer d'après l'ensemble des expériences, $r$ la ré-

(1) Le compte rendu de ces expériences figure dans la dernière partie de la brochure publiée par l'Union Allemande-Autrichienne-Hongroise pour la Navigation intérieure, sous le titre : *Mittheilungen über die derzeitige und* angestrebte Schiffbarkeit der Hauptströme und ihrer Nebenflüsse — 1 Heft — Schiffbarkeit der Donau, und ihrer Nebenflüsse. Berlin, 1897, Siemenroth et Troschel.

Digitized by Google

sistance à la traction en kilogrammes, $\frac{1}{2p}$ un coefficient variable avec le type et l'enfoncement du bateau.

La valeur la plus probable de l'exposant $n$ semble être 2,25. Dans le compte rendu on ne trouve pas les chiffres directement relevés qui permettraient de se faire une idée de l'approximation obtenue.

Quoi qu'il en soit, il ressort clairement des expériences que la forme des péniches flamandes qui constituent le type le plus répandu sur les voies navigables de France est extrêmement défectueuse au point de vue de la résistance à la traction. C'est également la conclusion à laquelle est arrivé M. de Mas.

Cette résistance varie d'ailleurs avec l'état et la nature des surfaces. C'est ainsi que pour des enfoncements de 1,40, 0,95 et 1,45, la résistance d'un bateau en service depuis cinq années a été trouvée supérieure de 14 — 12,2 et 6,1 0/0 à celle d'un bateau identique sorti depuis peu de temps du chantier ; que la résistance d'un bateau en bois a été supérieure de 33 à 39 0/0 à celle d'un chaland en fer.

De même que les expériences de M. de Mas, celles faites par la Société de Navigation sur le Danube montrent que de légères modifications dans les formes produiraient des réductions appréciables dans la résistance à la traction.

Les bateaux du Danube dont les formes sont généralement très fines, présentent, à egalité de surface mouillée, une résistance notablement inférieure à celle des chalands du Rhin et de l'Oder.

Il résulte de l'ensemble des expériences que le type considéré comme le meilleur dans le matériel flottant de la Société de Navigation du Danube est un bateau à coque métallique, construit avec des lignes très fines ayant 58 *m* de longueur, 7,97 *m* de largeur et 2,60 *m* de hauteur de bord. Ce bateau offre un coefficient de déplacement de 0,69 à vide et de 0,80 à pleine charge. Il tire 0,40 *m* d'eau à vide ; aux enfoncements de 1 *m* — 1,40 *m* — 1,80 *m* et 2,10 *m* au (maximum), il peut porter respectivement 219 — 373 — 530 et 650 tonnes de marchandises.

Le Congrès international de Navigation intérieure, tenu à Paris en 1892, avait exprimé le vœu que tout bateau fût, le plus tôt possible, pourvu d'un document officiel faisant connaître, pour les différentes vitesses relatives, sa résistance à la traction. L'objet de ce vœu était plus spécialement de fournir, pour l'application des tarifs de remorquage en rivière, une base rationnelle qui fait aujourd'hui complètement défaut.

La connaissance de la résistance propre des bateaux est, on peut dire, la condition indispensable d'une exploitation rationnelle. C'est en vue de ce résultat que les ingénieurs de la Société de Navigation sur le Danube ont déduit de leurs expériences une relation entre la résistance propre du bateau et le chargement. Cette relation, d'une forme très simple, est la suivante :

$$r = c\,(A + b\,L).$$

L étant le chargement du bateau en tonnes de 1 000 *kg*, $r$ la résistance du bateau en kilogrammes, $b$ un coefficient et A un poids en tonnes de 1 000 *kg*, qui dépendent de l'espèce et de la forme du bateau, $c$ un coefficient dépendant de la vitesse relative du bateau et de l'eau.

Digitized by Google

On sait que le Danube présente sur certaines sections, un courant très rapide. C'est pourquoi ces vitesses relatives, qui peuvent être considérées comme des vitesses-types et qui devaient nécessairement être réalisées dans les expériences, ont été respectivement de 9, 13 et 18 *km* à l'heure, suivant les sections. Le coefficient *c* a été déterminé pour ces trois vitesses-types.

Le compte rendu des expériences dont nous venons de parler constate que les résistances calculées d'après la formule ci-dessus concordent d'une manière satisfaisante avec les résultats de l'observation directe.

**Économies à réaliser dans le transport des minerais.** — Le transport des minerais de fer des régions des Lacs à Pittsburgh, aux États-Unis, roule sur des chiffres très considérables, trois millions de tonnes par an ; aussi toute économie opérée sur les frais de transport est-elle intéressante. On s'est avisé que, ces minerais contenant une certaine proportion d'eau, on pourrait les sécher au moins partiellement.

Des expériences faites à cet effet ont montré qu'on pouvait enlever pratiquement 10 0/0 d'eau sur le poids du minerai tel qu'il est extrait, et que la quantité de combustible nécessaire pour l'évaporation de cette quantité d'eau était de 22 *kg* en moyenne par tonne, ce qui ne représente que 4,5 *kg* d'eau par kilogramme de charbon.

La balance de l'opération se présente comme suit : le charbon coûte rendu aux mines de Mesabi 15 *f* la tonne ; pour 3 millions de tonnes de minerai, il faudra 66 000 *t* de charbon, coûtant 990 000 *f*. Le prix du transport du minerai des mines de Mesabi à Pittsburgh est de 12,50 *f* par tonne ; la diminution du dixième sur le poids transporté, représentera donc une économie de 1,25 *f* par tonne, soit de 3 750 000 *f* sur 3 millions de tonnes. En défalquant le prix du charbon, il restera 2 385 000 *f*. Il est probable que même après prélèvement des dépenses de main-d'œuvre, d'entretien et d'amortissement des appareils de séchage, il restera encore une économie très importante.

Pour réaliser les opérations d'une manière pratique sur une pareille échelle, traiter 10 000 tonnes à peu près par jour, il y aura des difficultés sérieuses, mais les Ingénieurs américains ne les considèrent pas comme insurmontables. Ce n'est du reste guère qu'aux États-Unis que cette question présente de l'intérêt, car dans les autres pays, les distances sont trop faibles pour qu'une économie du genre de celle-ci présente de l'importance.

**Efficacité des pressions élevées dans les locomotives** — Une Commission de l'*American Railway Master Mechanics' Association* a été chargée de faire un rapport sur l'efficacité des pressions élevées dans les locomotives, et a donné connaissance de ce travail, dans la réunion tenue à Saratoga au mois de juin dernier.

Nous donnons très brièvement les points essentiels de ce rapport qui a déjà été reproduit dans plusieurs publications françaises, parce que la note que nous donnons plus loin serait moins facile à apprécier si on n'avait pas connaissance de ce premier document.

On convient dans le rapport d'appeler pressions élevées celles qui sont supérieures à 11 *kg* par exemple.

Digitized by Google

Les avantages à attendre de leur emploi seraient les suivants :

1° Possibilité d'employer des cylindres plus petits et des pièces à mouvement alternatif plus légères (1) ;
2° Réduction de la largeur de la machine à l'extérieur des cylindres ;
3° Le coût de la machine est moindre ;
4° La résistance de la machine est moindre à cause de la réduction du poids ;
5° Il peut y avoir une augmentation de l'effet utile, le même travail pouvant être obtenu avec une moindre dépense de vapeur et de combustible.

Par contre les inconvénients sont :

1° Augmentation du poids de la chaudière ;
2° Coût plus élevé de cette chaudière ;
3° Résistance plus grande de la locomotive par suite de l'augmentation de poids ;
4° Augmentation probable des pertes accessoires, rayonnement, fuites, etc.

Les expériences relatives à l'accroissement possible de l'effet utile ont été faites sur les locomotives 1 et 2 du laboratoire spécial de l'Université de Purdue. L'admission était de 32 0/0.

Avec la première locomotive on a trouvé que lorsqu'on passe de la pression de 6,5 *kg* à celle de 8,2 *kg*, soit un accroissement de 27 0/0, le travail est augmenté de 45 0/0 et le poids de vapeur par cheval diminue de 9 0/0.

Si on passe de 8,2 *kg* à 9,75 *kg*, soit une augmentation de 22 0/0, le travail est accru de 20 0/0 et la dépense de vapeur par cheval réduite de 5 0/0.

La dernière pression employée était trop peu élevée, pour qu'on pût tirer des conclusions sérieuses de ces premiers essais ; on opéra donc ensuite avec la seconde locomotive, avec laquelle on put pousser la pression jusqu'à 17,8 *kg*.

On a fait six séries de chacune trois essais avec les pressions de 6,4 — 8,5 — 10,6 — 12,8 — 15 et 17 *kg* à la chaudière. Les trois essais avaient lieu à des admissions respectives de 25 — 33 et 40 0/0. Le régulateur était toujours entièrement ouvert, et la charge était réglée pour correspondre à une vitesse de 65 *km* à l'heure environ.

On a constaté qu'avec ces admissions, le travail développé par la machine était beaucoup plus grand qu'on ne l'avait prévu et que, dès qu'on dépassait la pression de 12,8 *kg*, la chaudière n'avait pas assez de puissance pour alimenter les cylindres. On dut, dans ce cas, réduire la longueur de l'admission.

Les résultats, qui concordent d'ailleurs très bien entre eux, n'ont pas

(1) Il nous paraît y avoir là une confusion. L'effort sur les pièces du mécanisme, bielles et tiges de piston doit être le même, et par conséquent le poids de ces pièces. Si la surface du piston est moindre, la pression par unité de surface est plus élevée, ce qui ne change pas le produit de ces deux facteurs.

Digitized by Google

donné ce qu'on en attendait ; on a bien constaté que la dépense de vapeur par cheval diminuait avec l'augmentation de la pression ; mais on a reconnu aussi que la plus faible dépense obtenue avec la locomotive n° 2 à pression élevée, était très notablement plus élevée que la plus faible dépense obtenue avec la locomotive n° 1 à pression modérée.

Cela tient, au moins en très grande partie, à des différences dans les proportions des cylindres.

Ainsi, les cylindres de la machine n° 2 avaient été faits avec un diamètre intérieur de 0,508 *m* et les lumières en proportion ; on a réduit le diamètre à 0,406 *m* par l'insertion d'un manchon ; on a ainsi des espaces neutres de plus grand volume et de plus grande surface que la proportion normale. On peut aussi admettre que les tiroirs n'étaient pas absolument exempts de fuite.

Quelles que soient d'ailleurs les causes de cette augmentation de dépense de vapeur, on ne saurait, d'après ces résultats, considérer l'accroissement des pressions comme devant amener, par lui-même, une augmentation de l'effet utile. Cette augmentation serait en effet assez faible pour être complètement neutralisée par de légers défauts dans les proportions des cylindres, ou leur état d'entretien.

**Accroissement de la pression ou accroissement de la capacité dans les chaudières de locomotives ?** — Un rapport de M. William Forsyth, Ingénieur mécanicien au Chicago-Burlington and Quincy R. R., présenté à la dernière réunion de la *Master Mechanics' Association*, constitue un document intéressant, relativement à une question d'actualité, l'augmentation de la pression dans les locomotives dont nous venons de parler.

L'effet utile d'une locomotive peut être augmenté, soit par l'accroissement de la pression, soit par celui de la capacité de la chaudière. Dans le premier cas, on gagne par l'augmentation de l'effet utile de la machine proprement dite ; dans le second on bénéficie par l'accroissement du travail effectué. Dans les deux cas, on est conduit à avoir une chaudière plus lourde et, comme le coût de l'appareil est dans une certaine mesure proportionnel à son poids, la question peut se poser finalement de la manière suivante : Doit-on employer le poids additionnel qu'exigera la chaudière à augmenter sa résistance pour la mettre à même de supporter une pression plus élevée, ou à accroître sa capacité pour lui faire produire plus de puissance, ou inversement pour lui faire produire sa puissance normale dans des conditions plus favorables ?

Pour étudier cette question, l'auteur commence par dresser le tableau A donnant dans la seconde colonne les poids d'une chaudière dont le corps cylindrique aurait 1 524 *m* de diamètre pour les différentes pressions marquées dans la première colonne. Ces poids ont été fournis par les ateliers Baldwin. Dans la troisième colonne sont inscrits les poids des chaudières des locomotives d'essais n$^{os}$ 1 et 2 du laboratoire de mécanique de l'Université de Purdue, lesquelles chaudières sont en tous points semblables, à cette différence près que l'une est faite pour la pression de 140 livres et l'autre pour celle de 250. Le diamètre du corps est de 1,32 *m*.

Digitized by Google

TABLEAU A.

| Pression | | Poids de la chaudière de | |
|---|---|---|---|
| livres. | *kg*. | 1,524 *m*. | 1,32 *m*. |
| — | — | — | — |
| 140 | 9,9 | » | 9 520 |
| 150 | 10,6 | 15 000 | » |
| 180 | 12,7 | 15 970 | » |
| 210 | 14,9 | 17 450 | » |
| 240 | 17,0 | 17 690 | » |
| 250 | 17,7 | » | 11 680 |

On voit que l'augmentation de pression de 150 à 240 livres par pouce carré (10,6 à 17 *kg* par centimètre carré), dans une chaudière de 1,524 *m* de diamètre, exige une augmentation de poids de 2 627 *kg*, soit 18 0/0. tandis qu'un accroissement de la pression de 140 à 250 livres, pour une chaudière de 1,32 *m* de diamètre, correspond à un accroissement de poids de 2 129 *kg* ou 22 0/0. Il sera donc suffisamment exact pour le but qu'on se propose d'admettre que l'accroissement de pression de 150 à 240 livres, soit 90 ou 6,4 *kg*, exigera une augmentation d'environ 20 0/0 dans le poids d'une chaudière de locomotive.

Le bénéfice à retirer de cette augmentation de pression a été examiné dans d'autres parties du rapport lu à la même réunion (Voir précédemment). On va maintenant rechercher quel effet aura cette augmentation de poids de 20 0/0, si elle est employée à accroître la capacité de la chaudière.

L'effet utile d'un générateur de locomotive dépend du taux de vaporisation auquel on le fait fonctionner. Le rapport entre l'effet utile et la production a été mis en évidence par une série d'essais effectués à l'Université de Purdue sur la chaudière de la locomotive n° 1 de cet établissement. Il suffira d'indiquer que, si la chaudière est conduite de façon à vaporiser 5 livres par pied carré de surface de chauffe et par heure, soit 24,3 *kg* par mètre carré, chaque kilogramme de combustible produit 8,5 *kg* de vapeur, tandis que si on produit 15 livres par pied carré, ou 73 *kg* par mètre carré de surface de chauffe, la vaporisation n'est plus que de 5,5 *kg* par kilogramme de combustible.

Au point de vue strict, les rapports trouvés dans les expériences dont nous parlons doivent varier pour chaque chaudière selon les proportions des divers éléments, mais on peut cependant admettre que la loi est sensiblement la même pour toutes les chaudières établies avec les proportions usuelles et correspond aux chiffres du tableau B ; la courbe qui donne le rapport des vaporisations par kilogramme de combustible aux vaporisations par unité de surface de chauffe est une ligne droite.

Digitized by Google

TABLEAU B.

| Production de vapeur par unité de surface de chauffe. | | Vapeur par unité de poids de combustible. |
|---|---|---|
| livres par pied carré. | kilogr. par mètre carré. | |
| — | — | — |
| 8,0 | 39,0 | 5,0 |
| 7,5 | 36,5 | 8,0 |
| 7,0 | 34,1 | 10,0 |
| 6,5 | 31,7 | 11,5 |
| 6,0 | 29,2 | 13,0 |
| 5,5 | 26,8 | 15,0 |

Ceci posé, si on demande la même production de vapeur à la chaudière normale et à une chaudière plus puissante que celle-ci, il est évident que cette quantité de vapeur sera produite par moins de combustible dans le second cas. L'accroissement d'effet utile de la chaudière dépendra d'abord de celui de la surface de chauffe dans la nouvelle chaudière et aussi du taux de vaporisation auquel fonctionnerait la chaudière normale.

Le tableau C donne des chiffres montrant cet accroissement d'effet utile. On a admis, pour le dresser, que l'augmentation de la surface de chauffe est proportionnelle à l'augmentation de poids de la chaudière.

TABLEAU C.

| Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe de la chaudière normale. | Économie de combustible réalisée en employant une chaudière dont la capacité est plus grande de | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 0/0 | 10 0/0 | 15 0/0 | 20 0/0 |
| — | — | — | — | — |
| 24,3 | 0,8 | 1,5 | 2,2 | 2,9 |
| 29,2 | 1,0 | 1,9 | 2,8 | 3,7 |
| 34,1 | 1,2 | 2,3 | 3,4 | 4,5 |
| 39,0 | 1,5 | 2,9 | 4,1 | 5,3 |
| 43,8 | 1,8 | 3,4 | 4,8 | 6,1 |
| 48,7 | 2,0 | 3,9 | 5,5 | 7,1 |
| 53,6 | 2,3 | 4,5 | 6,4 | 8,2 |
| 58,4 | 2,7 | 5,1 | 7,4 | 9,4 |
| 63,3 | 3,0 | 5,7 | 8,4 | 10,7 |
| 68,2 | 3,4 | 6,4 | 9,4 | 12,0 |
| 73,0 | 3,8 | 7,4 | 10,6 | 13,6 |

On voit par l'inspection de ce tableau que l'économie résultant de l'accroissement de la capacité de la chaudière est d'autant plus grande que la production est plus élevée. Ainsi, un accroissement de 20 0/0 dans la surface de chauffe n'augmente l'effet utile que de 2,9 0/0 pour une production de vapeur de 5 livres par pied carré de surface de chauffe, tandis que le même accroissement correspond à une augmentation d'effet utile de 13,60/0 lorsque le taux de vaporisation est trois fois plus grand.

Digitized by Google

Ces chiffres semblent indiquer que l'avantage à retirer de l'augmentation des dimensions de la chaudière est bien supérieur à celui qu'on obtiendrait du seul accroissement de la pression, lequel, au moins quant à présent, est assez indéterminé, comme on l'a vu dans la note précédente, tandis que le premier est positif et hors de doute.

**Réglage des tiroirs de locomotives.** — Dans les ateliers, le réglage de la distribution des locomotives exige le déplacement de la machine à la pince pour que, pendant la rotation de l'essieu moteur, les tiroirs occupent successivement leurs diverses positions et qu'on puisse observer si les phases différentes de l'ouverture et de la fermeture des lumières se produisent convenablement. C'est une opération assez longue et délicate.

Aux ateliers de Springfield, du Wabash R. R., l'Ingénieur en chef, M. J. R. Barnes. a fait une installation très commode pour cet objet sur une fosse de montage.

Les rails de cette fosse sont interrompus à un endroit et deux galets dont le bord supérieur affleure le niveau du rail sont placés dans chaque intervalle. La machine à régler est disposée de manière que ses roues motrices portent sur ces galets, les autres roues étant découplées. A côté de la fosse est placée une petite machine verticale à changement de marche dont l'arbre commande les galets par une transmission de mouvement réduisant la vitesse dans le rapport de 1 à 16. Cette machine est actionnée par l'air comprimé et on peut ainsi donner à l'essieu moteur des locomotives à régler les plus petits déplacements dans un sens ou dans l'autre. Les cylindres de ce petit moteur ont de 0,102 *m* de diamètre et 0,152 *m* de course et sont placés à 0,70 *m* d'axe en axe. Avec l'aide de cette disposition très simple, on gagne beaucoup de temps dans le réglage des locomotives.

**Nouveau procédé pour obtenir de hautes températures.** — Le *Stahl und Eisen* reproduit une communication faite par le docteur Hans Goldschmitt, d'Essen-sur-Ruhr, à la réunion de la Société allemande d'Electro-Chimie, à Leipzig, le 14 avril dernier, communication dans laquelle l'auteur a exposé un nouveau moyen pour obtenir de très hautes températures.

Ce procédé est basé sur l'action de réduction exercée par l'aluminium sur les oxydes métalliques, action bien connue d'ailleurs. Si on mêle intimement l'oxyde et l'aluminium, tous les deux étant préalablement réduits à l'état de poudre très fine, la chaleur développée par la réaction est assez grande pour produire une température comparable à celle du four électrique ; par l'addition convenable de substances inertes, on pourra régler cette température comme on voudra, de manière à faire servir le procédé au brasage, au soudage, ou même au chauffage des rivets. Ainsi, par exemple, pour chauffer fortement un morceau de métal, on l'enveloppe d'un mélange intime d'aluminium en poudre, d'oxyde de fer et de sable ; on détermine la réaction, par un allumage opéré par un mélange d'aluminium en poudre avec une base facilement décomposable, telle que la soude ou la baryte, qu'on enflamme avec un fil de magnésium.

Digitized by Google

La masse est enfouie dans un tas de sable pour empêcher le rayonnement de la chaleur et au bout de quelques minutes on trouve le morceau de métal porté uniformément au rouge blanc. On peut, par ce procédé, braser des tubes en fer avec une dépense d'aluminium de 100 *gr* environ par brasure ; on n'a pas besoin d'employer de l'aluminium pur, car la présence des matières étrangères telles que le sélénium, le fer, etc., n'a aucun inconvénient.

Mais, si on se propose la réduction des métaux, il faut, au contraire, de l'aluminium pur.

Une des applications les plus intéressantes de l'action réductrice de l'aluminium est la production de chromium qu'on peut obtenir en masses d'une vingtaine de kilogrammes et qui, à l'encontre de celui qu'on obtient au four électrique, ne contient pas de carbone.

On mélange intimement l'aluminium et l'oxyde de chrome, tous les deux réduits en poudre, puis on place le mélange dans un creuset revêtu intérieurement de magnésie ; on commence avec une petite quantité et on en rajoute à mesure que la réaction se produit jusqu'à ce que le creuset soit plein. La chaleur développée est très considérable, mais elle est absorbée presque complètement par le travail de la réduction, puisque le creuset reste presque froid extérieurement jusqu'à ce que la réaction soit achevée. On le laisse alors se refroidir pendant 24 heures, on le casse et on y trouve un culot de chrome recouvert d'une scorie formée d'alumine. Cette dernière ressemble à tous égards à du corindon cristallisé et peut être employée comme de l'émeri. Le même procédé peut servir à la production du manganèse, du fer, du titane, du bore, du tungstène, du molybdène, du nickel, du cobalt, du vanadium, etc., à l'état métallique.

Dans le même journal M. L. Franck a donné le résultat de ses recherches sur l'action de l'aluminium très divisé sur les carbonates et phosphates, et exposé une méthode pour obtenir le phosphore à une température relativement basse en employant du métaphosphate de soude qui, par l'action de l'aluminium, perd la moitié de son phosphore lequel est mis en liberté, l'autre moitié restant à l'état de phosphate d'alumine.

L'auteur considère que l'avenir de l'aluminium est beaucoup plus dans son emploi en chimie et en métallurgie que dans ses applications diverses à la construction.

**La pression du vent.** — A la récente session tenue à Bristol par l'Association Britannique pour l'avancement des Sciences, Sir J. Wolfe Barry, qui présidait la section de mécanique, a, au cours de son discours d'ouverture, présenté sur la pression du vent quelques considérations qui méritent d'être reproduites parce qu'elles expriment des idées notablement différentes de celles qui sont généralement admises.

On peut citer comme exemple d'une généralisation excessive, dit l'éminent Ingénieur, ce qui se passe pour l'importante question de la pression du vent.

Tredgold, qui a été un des Ingénieurs les plus sérieux qui aient existé, a posé en principe, en 1840, qu'on devait calculer les constructions pour une pression de la part du vent de 40 livres par pied carré, ce qui

Digitized by Google

fait à très peu près 200 *kg* par mètre carré, et cela parce que c'était la pression maxima qu'on eût constatée jusqu'alors en Angleterre sur une planchette d'épreuve mesurant un pied carré ou même moins. Il concluait que la pression était proportionnelle à l'étendue des surfaces. On calculait donc les toitures, les ponts, et, d'une manière générale, toutes les constructions soumises à l'effort du vent pour une pression de 200 *kg* par mètre carré de la part de celui-ci.

Lors de l'alarme amenée par la chute du pont du Tay, en 1879, dont les piles n'étaient probablement pas établies de manière à résister à un effort bien inférieur aux taux qui vient d'être indiqué, les chemins de fer du Royaume-Uni reçurent du Board of Trade, qui avait évidemment pris l'avis de gens compétents, l'invitation de calculer à l'avenir les ouvrages pour une pression de vent de 56 livres par pied carré, soit 275 *kg* par mètre carré, et c'est ce qui se fait encore actuellement. Cette pression élémentaire est appliquée sur toute la surface exposée au vent avec les coefficients ordinaires de sécurité pour les matériaux employés, cet effort exercé horizontalement étant assimilé à une charge effective.

On avait, longtemps déjà avant l'apparition de cette décision du gouvernement, soupçonné que ces expériences sur des surfaces très réduites ne méritaient pas une grande confiance et des observations faites récemment au pont du Forth et comparativement avec des appareils d'épreuve, l'un de 28 $m^2$ et l'autre de 0.14 $m^2$ de surface, soit un rapport de 200 à 1, ont montré que l'intensité de la pression par unité de surface diminuait dans une large mesure, à mesure que l'étendue de la surface s'accroissait. Ainsi, dans des conditions identiques, le premier appareil donnait une pression moyenne, par mètre carré, de 39 0/0 plus faible que le second.

Sir J. Wolfe Barry a pu faire, au Tower Bridge, quelques observations sur les travées à bascule du port. Tandis que de petits anémomètres placés sur ces travées indiquaient des pressions de 30 à 45 *kg* par mètre carré, l'effet sur les travées qui présentaient une surface de 500 $m^2$ ne dépassait pas un taux de 6 à 7,5 *kg* par mètre carré.

Il est difficile d'imaginer quelle énorme quantité d'argent a été gaspillée grâce à cette prescription tout à fait inutile de calculer les ouvrages pour des pressions qui ne peuvent pas se produire de la part du vent et cela parce qu'on a conclu du petit au grand et généralisé le résultat d'observations insuffisantes.

L'auteur sait ce que ces prescriptions basées sur un effort de 275 *kg* par mètre carré ont coûté au Tower Bridge et ne voudrait pas citer le chiffre ; il est vrai que si on avait proposé publiquement de ne pas tenir compte, dans la construction de cet ouvrage, de l'avis, évidemment peu réfléchi, des experts consultés en 1880 par le Board of Trade, on aurait à l'avance perdu toute confiance dans la sécurité de cet ouvrage et aucune autorité publique n'aurait accepté le projet.

Digitized by Google

# COMPTES RENDUS

## SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

### Aout 1898.

**Notice nécrologique** sur M. **Anthony Pollock**, membre correspondant de la Société d'Encouragement, par M. L. Appert.

Notre ancien président, M. Appert a, dans la séance du 22 juillet dernier de notre Société, traité le même sujet en rendant hommage à ce regretté collègue, victime de la catastrophe de la *Bourgogne*.

Rapport de M. L. Appert sur un **appareil porte-fleurs**, présenté par M. Ch. Paris, au Bourget.

Le principe de cet appareil consiste dans l'emploi de deux grillages en fil de fer galvanisé placés à quelque distance l'un de l'autre, dans les vases destinés à contenir les fleurs coupées, et dans lesquels s'engagent les tiges des fleurs, lesquelles ne peuvent plus se déplacer.

**Les grands paquebots**, conférence faite par M. L. de Chasseloup-Laubat, le 28 janvier 1898.

Notre sympathique Collègue, M. de Chasseloup-Laubat, s'est proposé de passer en revue le développement des grands paquebots dont la construction, comme il le dit fort bien, exige la connaissance plus ou moins approfondie de la plupart des branches des sciences appliquées d'aujourd'hui.

Nous ne le suivrons pas dans cette revue qui commence au *Savannah* construit en 1818 et qui est le premier navire à vapeur qui ait fait la traversée de l'Atlantique et finit à l'époque actuelle. Notre Collègue parle successivement des lignes de navigation américaines, anglaises, allemandes et françaises, avec tous les développements suffisants et beaucoup de figures et de chiffres et de tableaux. Nous nous permettrons une petite correction à propos d'un fait qui est à notre connaissance personnelle; il est dit, page 930, que le steamer *Adriatic* fut vendu en 1858 pour servir de ponton dans l'Ouest-Africain. Le célèbre vapeur fut transformé en voilier sous le nom de *Three-Brothers* et nous avons eu le plaisir de le faire remarquer à nos collègues dans les bassins d'Anvers, hors de la visite de la Société en Belgique en 1885, ainsi qu'il est indiqué dans la note de notre excellent collègue, M. Jules Gaudry sur la marine à l'Exposition d'Anvers, note insérée dans le Bulletin de novembre 1885.

Nous signalerons également page 1041 une inexactitude de très minime importance, l'auteur cite, à propos du service entre Calais et Douvres les bateaux le *Rob-Roy* et le *Henri IV;* ces deux paquebots n'en font qu'un, qui, acheté par le gouvernement français, avait reçu un autre nom,

Digitized by Google

ainsi que nous l'avons indiqué dans la Chronique d'août 1897, page 327. Ces petites observations ne touchent en rien à l'intérêt et au mérite de la conférence de M. de Chasseloup-Laubat; elles lui montreront seulement que nous avons lu son travail avec attention.

**Étude d'émaux à toutes dilatations** pour fonte ou fer, par M. Saglio.

Il est intéressant d'avoir pour le revêtement des métaux des émaux ayant une dilatation comparable à celle de ces métaux. Les recherches dont il s'agit ci ont été entreprises pour élucider la question. Elles ont indiqué une série d'émaux remplissant ces conditions, notamment des émaux contenant de la cryolite, du spath-fluor et un peu de rutile, dont les dilatations sont très élevées. Il semble résulter de l'ensemble des essais que le problème d'émaillage des fontes et tôles par des émaux calcaires non plombifères, parfaitement hygiéniques, est possible lorsqu'on se sert d'acide borique. Il existe même une gamme d'émaux de dilatations croissantes, de fusibilités variables, entre lesquels on peut choisir et dont quelques-uns sont très peu solubles dans les acides. La présence de la chaux ne paraît nuire en rien aux qualités des émaux. Le borate de chaux peut être substitué avec économie au borate de soude aujourd'hui presque seul usité.

**Publication de répertoires bibliographiques** des sciences pures et appliquées, établis conformément à la classification décimale.

Nous avons parlé dans les compte rendus d'octobre dernier, page 135 de la classification décimale au sujet d'une conférence faite par M. Sauvage à la Société d'encouragement.

Il s'est créé à Paris *un bureau bibliographique* qui se propose d'apporter son concours à la publication de l'édition en langue française du *Répertoire bibliographique universel* dont le plan a été élaboré par l'Institut international de Bibliographie. Ce bureau fait, dès maintenant, appel à la coopération des Sociétés savantes et industrielles de France pour assurer l'impression prochaine des branches de ce répertoire qui concernent les sciences pures et appliquées (sections 5, 6 et 7) de la classification décimale.

La Société d'encouragement a décidé, pour répondre à cette demande, de publier à titre d'essai, dans chacun des numéros de son Bulletin, le sommaire des articles parus dans le numéro précédent.

Ces sommaires seront établis sur le type préconisé par le Bureau bibliographique avec indication des numéros correspondants de la Classification bibliographique décimale. Ils seront imprimés sur le recto seulement des feuilles, de façon à pouvoir être découpés et collés sur fiches du format adopté pour la publication du Répertoire bibliographique universel. Le Bureau bibliographique a son siège à l'Hôtel des Sociétés savantes (rue Serpente).

On trouvera à la suite de cette note le tableau de la division projetée par branches de sciences et d'industries.

Digitized by Google

**Détermination de l'arsenic** dans l'antimoine et les métaux. Note de M. O. Dacru. (*Comptes rendus de l'Académie.*)

Cette détermination, qui présente des difficultés et des causes d'erreurs avec les méthodes actuellement en usage, peut se faire d'une manière très facile et très précise, en appliquant à l'antimoine une méthode dite par distillation ou au chlorure ferrique, employée dans les laboratoires de certaines usines pour doser l'arsenic dans le cuivre métallique.

**Notes de Mécanique.** — On trouve dans ces notes, la théorie des roues à impulsion genre Pelton, d'après M. Kingsford, la description de la nouvelle machine à vapeur rapide de Brotherhood, celle du régulateur Lentz du type direct à force centrifuge et inertie placé dans le volant et celle de la table de laminoir Huber.

Septembre 1898.

**Le Tibre,** par M. A. Ronna.

Cet important travail examine d'abord l'Hydrographie et l'Hydrologie du Tibre, ses affluents, puis, le régime des crues ; il passe ensuite à une étude très détaillée du Tibre, dans l'antiquité, sous les papes et à l'époque actuelle. On y trouve des détails très complets sur les ponts, les quais, etc. avec de nombreuses figures.

Revue des **progrès récents de la métallurgie du fer,** par MM. E. de Billy et Marillier.

Cette revue examine successivement le haut fourneau avec ses accessoires, souffleries, appareils de chauffage de l'air, etc., emploi des gaz des hauts fourneaux à la production directe de la force, au moyen de moteurs à gaz pauvre, ensuite la production de l'acier dans laquelle les progrès récents consistent surtout dans les nouvelles dispositions des aciéries avec les cornues placées en ligne et desservies par une poche montée sur rails qui conduit l'acier à une fosse de coulée unique, placée à une extrémité de la halle. On peut signaler aussi le procédé Bertrand-Thiel pour traiter des fontes phosphoreuses et trop pauvres en phosphore pour être traitées au convertisseur.

Les perfectionnements de détail apportés aux divers organes du four Martin ont été, dans ces derniers temps, nombreuses et considérables. On peut voir aussi des innovations intéressantes en ce qui concerne le chauffage des lingots et le laminage.

**Composition de porcelaine allant au feu.** — C'est une composition, employée en Prusse, qui donne une porcelaine dure et opaque pour la confection d'objets allant au feu ; il n'entre pas de quartz dans la composition de la pâte.

**Nouvelle pâte céramique.** — Cette pâte, due à MM. Schiren et Lessing, se compose de matière dégraissante, de matière fondante et de plâtre, elle ne prend aucun retrait à la cuisson et convient très bien pour

Digitized by Google

les moulages dits à cire perdue. Elle a, par contre, l'inconvénient de ne pas être très dure, d'être très poreuse et altérable à l'eau, en raison de la solubilité du sulfate de chaux.

**Pavés en briques aux États-Unis.** — L'emploi des pavés en briques a pris une grande extension aux États-Unis, où cette industrie occupe cent soixante-quinze usines. Les argiles, employées à cette fabrication, doivent avoir une certaine fusibilité ; la cuisson est poussée jusqu'au point où la porosité est encore telle que la brique puisse absorber de 3 à 6 0/0 d'eau. Si la cuisson était poussée trop loin, la brique deviendrait trop fragile.

**Caractères des briques de bonne qualité.** — Les briques de bonne qualité pour divers usages, divisés en trois classes, intérieur, extérieur et pavage, doivent présenter certains caractères appréciables par la proportion d'eau qu'elles peuvent absorber, la densité, la résistance à l'écrasement, la résistance à la traction et la dureté à des degrés indiqués dans un tableau.

**Notes de mécanique.**

Nous signalerons dans ces notes, la description de la machine Allen pour la fabrication des rais de vélocipèdes, le régulateur de turbines de Woodward, la perforatrice à bras de Jones, une note sur le rendement des bicyclettes, le transporteur de Kenfield et un four à gaz pour la trempe des billes.

---

## ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

---

*2e Trimestre de 1898.*

Paroles prononcées sur la tombe de M. **Th. Boeswildwald**, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, par M. Brosselin Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Notice sur **M. Ed. Bollaert**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, agent général de la Société des Mines de Lens, par M. F. Bollaert, Ingénieur civil des Mines.

Mémoire sur le **pont-canal de Briare**, par M. Mazoyer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (1).

La jonction de la Seine et de la Saône par une ligne de canaux reliant Paris et Lyon exécutée de 1827 à 1832 a exigé le passage sur la Loire à Digoin et le passage sur l'Allier au Guétin. Ces ponts-

(1) Ce compte rendu était à l'impression lorsque notre ancien Président. M. F. Reymond, a fait, d'une manière beaucoup plus autorisée que nous n'avions pu le faire, l'analyse du mémoire de M. Mazoyer dans la séance du 2 décembre dernier.



Digitized by Google

canaux étaient en maçonnerie. Dans l'impossibilité de construire à l'époque un pont analogue sur la Loire près de Briare où la longueur de l'ouvrage eût dû atteindre 600 *m* au moins, on a opéré le passage par la rivière même à Châtillon-sur-Loire. Cette solution était très coûteuse d'exploitation et formait un contraste complet et fâcheux avec les excellentes conditions de navigabilité de la ligne du Bourbonnais. Aussi quand on a pu compter sur les ressources procurées par l'emploi du métal, a-t-on repris le projet du pont-canal et ce projet a été réalisé dès le milieu de 1896.

Le pont-canal de Briare se compose d'une cuvette métallique de 602,80 *m* de longueur totale de 7,25 *m* de largeur intérieure, et de 3,40 *m* de hauteur totale, portée sur deux culées et 14 piles en maçonnerie, formant 15 travées de 40 *m* d'ouverture d'axe en axe des piles. La cuvette peut recevoir des bateaux de 5 *m* de largeur et 2 *m* de tirant d'eau. De chaque côté, il y a un trottoir de 2,50 *m* de largeur.

Les travaux ont exigé cinq campagnes de 1890 à 1894; les dépenses totales pour l'ouvrage et ses abords immédiats se sont élevées à 2.864.255 *f* soit 4.321 *f* par mètre courant. Le pont proprement dit a coûté 2.666.260 *f* soit 4.022 *f* par mètre courant, soit 1.515 *f* pour les fondations et 1.797 *f* pour la partie métallique. Les piles ont toutes été fondées à l'air comprimé avec des caissons métalliques. En dehors du pont, il a fallu exécuter, sur la rive droite, une déviation de 2.573 *m* et sur la rive gauche une déviation de 10 *km* et une digue. La dépense totale de l'ouvrage s'est ainsi élevée à 8.335.000 *f* et il a fallu huit campagnes pour exécuter les travaux. Le résultat a été l'indépendance conquise par le réseau navigable, par rapport, soit au manque d'eau, soit aux terribles crues de la Loire par la suppression de la traversée à niveau de cette rivière qui constituait un obstacle souvent infranchissable et toujours long, difficile et dangereux séparant les voies navigables du centre de celles du Nord et de l'Est ainsi que de Paris.

**Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir.** — (6e article) par M. Bazin, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Dans cette partie, l'auteur s'occupe des déversoirs dans lesquels les parois d'amont et d'aval, au lieu d'être verticales, sont établies suivant un talus plus ou moins incliné, ce qui modifie grandement les conditions de l'écoulement.

Les nombreuses expériences exécutées se divisent en cinq séries, suivant l'inclinaison et la forme des talus des parois.

Cette note très développée, dans le détail de laquelle nous ne saurions entrer, est accompagnée de nombreux tableaux, reproduisant les données et les résultats des expériences.

Note sur le calcul **des barrages de réservoirs en maçonnerie**, par M. Barbet, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

L'auteur expose que l'application des méthodes développées dans une étude de M. l'Inspecteur général Maurice Lévy, intitulée : « Quelques considérations sur la construction des grands barrages » lui a suggéré, certaines considérations d'ordre, à la fois théorique et pratique, qui font l'objet de cette étude.

Digitized by Google

Nous citerons, par exemple, les moyens d'empêcher l'eau de rester sous pression à l'intérieur des barrages, l'application de la loi du trapèze aux barrages, l'application de cette théorie à la détermination du profil d'un barrage en maçonnerie, l'application de la loi du trapèze à une section horizontale évidée, l'expression approchée des forces élastiques sur les éléments horizontaux et verticaux, etc.

Expériences sur **un joint flexible pour charpentes métalliques**, par M. MESNAGER, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Dans une étude précédente (Voir Comptes rendus de mars 1897, p. 357), l'auteur avait indiqué une disposition d'assemblage propre à réduire à une valeur négligeable les efforts secondaires qui se produisent dans les treillis à attaches rivées. Cette disposition consistait dans l'emploi d'une tôle flexible. Il était nécessaire de vérifier, par l'expérience, si un semblable joint pouvait supporter des compressions notables.

On s'est servi d'un panneau métallique de 2,90 *m* de hauteur sur 3,54 *m* de longueur, ce qui correspond à peu près à un élément de poutre d'un pont de 25 *m* de portée et on l'a soumis à une série d'essais poussés jusqu'à rupture.

Les expériences ont été faites au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, avec la machine à essayer les métaux. Les choses étaient disposées de façon qu'on put faire agir sur le panneau, des efforts de compression assez excentrés par rapport aux montants, pour que la flexion des membrures donnât lieu, dans les assemblages, à des déformations au moins égales à celles que la charge et la surcharge déterminent dans les ponts métalliques.

Ces essais ont donné des indications utiles et M. le Ministre des Travaux publics vient d'approuver, pour la ligne à voie de 1 *m* de Saint-Aignan à Blois, un projet de pont de 40 *m* d'ouverture, comportant des joints flexibles de ce genre, pour l'assemblage des barres de treillis.

Notes sur **la construction du pont Alexandre III**, par MM. RESAL, Ingénieur en chef et ALBY, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Première partie *(suite)*.

Il est question ici de l'exécution des maçonneries au-dessus du niveau des massifs de fondation; murs de fond, murs de quai, disposition générale des massifs de soubassement des grands motifs décoratifs, murs à arcades et mur du bas-port. A cette partie est annexée une note donnant les calculs de stabilité du caisson, dont le poids est, pour la partie métallique seule, de 330 *t* et qui pèse, avec les accessoires, le plancher et le matériel, 590 *t*.

*(A suivre).*

Digitized by Google

## ANNALES DES MINES

*7me livraison de 1898.*

**Le bassin crétacé de Fuveau** et le bassin houiller du Nord, par M. Marcel Bertrand, Ingénieur en chef des Mines, membre de l'Institut.

Des recherches entreprises par l'auteur, à propos de la galerie de la mer des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, lui ont fait constater que le bassin crétacé de Fuveau présentait, sur une partie, une structure presque identique à celle du bassin houiller du Nord. Cette analogie, poursuivie jusque dans les détails, n'est que la conséquence naturelle du grand phénomène de charriage qui, aux époques les plus anciennes comme aux plus récentes, a accompagné et probablement précédé la formation des grandes chaînes européennes. Ces deux exemples montrent que le fait doit être assez général et ils tentent à mettre en lumière l'invariabilité du mécanisme auquel sont dues les chaînes de montagnes.

**Commission du grisou.** — Note sur le **rôle de l'oxyde de carbone** dans les conséquences des explosions de grisou ; d'après le Dr J. Haldane, professeur de physiologie à l'Université d'Oxford, par M. G. Chesneau, Ingénieur en chef des Mines, secrétaire de la Commission de grisou.

Le Dr Haldane a fait de nombreuses recherches sur les cadavres de victimes d'explosions de mines et surtout des analyses de sang et ses observations mettent hors de doute que l'influence de l'oxyde de carbone a été la cause unique de la mort de 90 0/0 des victimes, dans les catastrophes dont il a étudié les suites. Bien qu'on ne puisse pas encore généraliser cette conclusion, il est, en tout cas, prudent de tenir compte de ces faits dans les mesures à prendre, tant pour l'organisation du sauvetage, que pour la préservation des ouvriers surpris par l'explosion. Il est à désirer également que des recherches de ce genre soient poursuivies dans les houillères.

Le **Murchison Range** et ses champs aurifères, par M. A. Bordeaux, Ingénieur civil des Mines.

Les champs aurifères de Murchison Range, sont situés au N.-E. du Transvaal, dans le Zoutpansberg : ce district fait partie du bas pays *(low country)* qui est en général, malsain et fiévreux, habité par le gros gibier et infesté par la mouche tsetsé, dont la piqûre est mortelle aux bestiaux. La culture et un drainage méthodique sont indispensables pour rendre ces régions habitables.

L'auteur examine successivement la géologie, les champs aurifères et les divers minéraux qu'on y trouve, antimoine, cuivre, mercure et étain et décrit quelques mines de la région. Depuis 1889, la production

Digitized by Google

totale de l'or a été de 63 771 onces, valant 242 100 livres sterling, dont 5 602 onces pour 1896, alors que 1894 avait donné 10 611, soit le double. Cet appauvrissement rapide à faible profondeur ne semble pas encourageant. Le cuivre gagnerait peut-être à être mieux étudié.

*8e Livraison de 1898.*

Sur de **nouvelles méthodes d'analyse minérale** par M. Ad. Carnot, Inspecteur général des Mines, membre de l'Institut.

L'auteur s'est proposé de réunir ici, dans une publication d'ensemble, divers procédés analytiques qui ont fait l'objet de notes présentées à l'Académie des Sciences, à l'époque même où l'étude venait d'en être faite. Ce mémoire, quel que soit l'intérêt qu'il présente, n'est donc guère susceptible d'analyse.

**Emploi des sels cuivriques** pour l'analyse des fontes et des aciers, par MM. Ad. Carnot et Goutal.

L'emploi des sels de cuivre pour dissoudre le fer et laisser le carbone insoluble parait dû à Berzélius; d'autres chimistes ont perfectionné cette méthode. Blair, entre autres, conseilla de se servir de chlorure double de cuivre et de potassium, avec addition d'acide chlorhydrique pour empêcher tout dépôt de matière organique étrangère à l'acier et obtenir une attaque plus rapide sans perte de carbone; il admettait en effet que la liqueur neutre, devenant un peu alcaline à un moment, dissout une quantité appréciable du carbone de la fonte ou de l'acier.

Les auteurs ont pensé utile de vérifier l'exactitude des résultats de ces essais et de rechercher si la présence d'un excès d'acide ne peut entraîner une perte sensible de carbone.

Ces recherches leur ont fait constater que la présence d'un excès d'acide est favorable au-dessous de 70°, parce qu'elle accélère l'attaque sans produire de pertes sensibles, mais qu'au delà de 70°, elle entraine des pertes qui croissent avec la température.

La note examine ensuite l'emploi des sels cuivriques pour le dosage du soufre, du phosphore, du chrome, du tungstène et du titane contenus dans les fontes ou aciers.

*9e livraison de 1898.*

**Étude sur certains aciers spéciaux**, par M. A. Abraham, Ingénieur de la Marine.

Ce mémoire très important a été inspiré par des études faites aux Forges nationales de la Chaussade, par ordre de l'Administration de la Marine, sur les aciers spéciaux au nickel et au chrome, et les aciers au silicium de l'usine d'Imphy.

Il contient dans sa première partie des généralités sur l'emploi du nickel et du chrome dans les aciers. Les trois parties suivantes constituent en quelque sorte des monographies des trois aciers au nickel que l'auteur a particulièrement étudiés, et la dernière est relative à l'acier au silicium.

Digitized by Google

Les conclusions générales du mémoire sont que les aciers au nickel et au chrome donnent des résultats remarquables et présentent des qualités qui les rendent précieux pour la construction et paraissent, par suite, destinés à recevoir un emploi très développé; au contraire, l'acier au silicium, malgré son prix peu élevé et les propriétés très remarquables qu'on peut lui faire acquérir par la trempe et le recuit, au moins sur des pièces de faible échantillon, ne paraît susceptible, pour le moment, d'aucune application pratique. Cela tient surtout aux difficultés que présente la coulée de gros lingots parfaitement sains, aux aléas qu'offre la trempe en présence de la dureté du métal et surtout à la presque impossibilité d'opérer, dans de bonnes conditions, sur des pièces de grandes dimensions, le recuit nécessaire pour développer les qualités du métal.

## SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

### Aout et Septembre 1898.

### Réunion de Saint-Étienne.

*Séance du 6 Août 1898.*

**Visite aux aciéries de Saint-Étienne.**

Après avoir mentionné la halle des marteaux-pilons où se forgent les pièces de toute dimension et de toute forme, la halle ancienne du blinbage et de la tôlerie, les arcs en acier coulé du pont Alexandre III, les installations pour la trempe des canons comprenant un pont roulant de 20 *t* à 20 *m* de hauteur, un four à chauffer de 17 *m* de hauteur et une bâche à eau de 3 *m* de diamètre et 18 *m* de profondeur, la note décrit très en détail la distribution d'énergie électrique, pour éclairage et transport de force combinée par courants continus avec transmission par trois fils.

Cette installation, commencée en 1893, comprend :

1° Deux groupes de génératrices, dont l'un suffit pour le moment aux besoins de l'usine, le second servant de rechange, mais ils sont destinés à être un jour groupés en quantité et même l'un d'eux pourra être doublé par l'adjonction d'un second cylindre à vapeur;

2° Un réseau de conduites aériennes apportant l'énergie aux différents ateliers sous forme de courant continu, pour la force à la tension de 220 volts et pour l'éclairage à celle de 110 volts.

3° Les lampes à arc ou à incandescence nécessaires pour l'éclairage de l'usine et un assez grand nombre de réceptrices appliquées comme moteurs pour divers outils.

Il est question ensuite du laboratoire et des appareils employés, soit pour la mesure à distance de la température d'un four désigné, à tel moment qu'on veut, soit pour le jaugeage de la perméabilité au magnétisme des aciers à réserver à la fabrication des dynamos, soit pour l'étude de la structure intime des aciers au microscope sur des plaques polies.

Digitized by Google

**Influence des mouvements de l'écorce terrestre sur les variations des dégagements de grisou dans les mines de houille.**

Il s'agit du résumé d'une communication faite à la Société belge de géologie par M. E. Van den Broek et dans laquelle l'auteur fait ressortir le caractère précurseur de l'activité microsismique dans ses rapports avec l'accroissement du dégagement du grisou. Il cite un grand nombre d'observations à l'appui de ce fait. Les moyens actuellement mis en œuvre pour prévenir les exploitants de mines des dangers que peuvent faire naître les dégagements anormaux de grisou, sont tout à fait insuffisants et il serait à désirer que la Société de géologie apporte son concours aux services publics compétents en dirigeant les études dans une voie qui n'a pas encore été explorée en Belgique et qui semble devoir conduire à des résultats d'un haut intérêt.

Après une discussion où la corrélation immédiate entre les orages souterrains et les dégagements de grisou a été mis en doute par quelques membres, notamment par M. Harzé, directeur général des mines, il a été dressé un programme d'étude dans ce sens. Le Comité de la section a été chargé de grouper les intéressés et, aidé de leurs conseils, de rédiger le programme détaillé des observations que l'on jugera nécessaire de recueillir, de déterminer la nature des instruments pour ces buts précis, de désigner des personnes chargées de visiter périodiquement les postes d'observation, et de s'assurer du fonctionnement régulier des appareils, de grouper et de publier les observations. Les dispositions de détail à employer sont décrites.

## Octobre 1898.

### District du Centre.

*Séance tenue à Montluçon le 19 juin 1898.*

Communication de M. Bonnet sur le fonctionnement du **pyromètre actinométrique.**

Ce pyromètre dû à M. Latarche est une application de l'actinomètre ; on sait que si on expose à une même source de chaleur lumineuse et dans des conditions d'ailleurs identiques, deux thermomètres dont l'un ait sa boule noircie, celui-ci montera plus que l'autre et que l'écart sera d'autant plus grand que la température sera plus élevée.

Le pyromètre actinométrique se compose essentiellement d'un thermomètre coudé. Le réservoir noirci et la branche horizontale sont fixés dans un tube terminé, du côté du four, par un diaphragme destiné à laisser arriver à l'appareil un cône déterminé de chaleur lumineuse par une ouverture ménagée dans la paroi du four, de manière à ne pas intercepter le rayonnement. La branche verticale apparente porte la graduation. Mais la température absolue du thermomètre pourrait varier et c'est un écart de température qu'il faut mesurer. Le tube traverse une boite en fonte remplie d'eau que la chaleur du four porte à l'ébullition et la température du four est mesurée par l'écart entre la température indiquée par le thermomètre et le point d'ébullition de l'eau.

Digitized by Google

Cet appareil est peu volumineux, exige quelques soins, mais pas de calculs et donne des résultats intéressants par leur concordance et sa sensibilité ; il a une valeur pratique éprouvée par plusieurs mois d'expérience.

Communication de M. DE LACHAPELLE sur une disposition spéciale pour **un plan incliné à grande production.**

Ce plan incliné, tout en charbon, et suivant à peu près l'inclinaison de la couche, a 100 *m* de longueur, son inclinaison est de 20° au sommet et au pied et de 15° à la partie médiane. La voie en rails Vignoles de 19 *kg* a 1,05 *m* d'axe en axe. Les chariots porteurs, à deux bennes, présentent la particularité que l'encageage et le décageage s'y font par bout, de sorte que les deux bennes que l'on y place se suivent au lieu d'être placées côte à côte. Avec ce dispositif, la rapidité des manœuvres est considérablement augmentée. Le débit à la descente est de 150 bennes par heure et on peut même arriver à 180.

Nous ne pouvons pas entrer dans les détails de cette installation qui est décrite au moyen de plusieurs planches. Un second plan incliné a été installé, comme le premier, à Saint-Eloy et les deux appareils donnent toute satisfaction.

DISTRICT DE BOURGOGNE

*Réunion à Étang le 26 juin 1898.*

Communication de M. BONNOTTE sur **les terrains houillers de Saint-Berain.**

Cette étude suggérée à l'auteur par les nombreuses observations qu'il a faites sur le terrain houiller de Saint-Berain et, en dernier lieu, par la formation des schistes artificiels dans les essais d'épuration des eaux de lavage, comporte des considérations générales sur le dépôt des différentes strates et les conclusions qu'on devra en tirer pour la détermination des parties riches du bassin.

Communication de M. BONNOTTE sur **l'épuration des eaux de lavage.**

Ces eaux passent d'abord dans trois caisses pointues où elles déposent la plus grande partie de leurs schlamms, puis elles s'écoulent dans un bassin où elles finissent de se débarrasser des boues argileuses, mais elles en sortaient encore un peu troubles et salissaient la rigole du canal.

Sur les réclamations de l'administration du Canal du Centre, on dut chercher autre chose. On arriva à remonter les eaux boueuses du bassin au moyen d'une pompe et à les filtrer à travers un grand crassier où on verse les rochers et cendres de chaudières. Ce procédé a complètement réussi et les eaux sortent du crassier avec une limpidité suffisante.

Un fait intéressant est que, si on établit, sur le crassier, dans un endroit convenable, des bassins avec des digues formées de crasses de chaudières et qu'on y envoie successivement les eaux boueuses, on arrive à reproduire la formation de schistes plus ou moins charbonneux. En introduisant des sables dans le courant, on arriverait même à refaire artificielle-

Digitized by Google

ment tous les terrains. On voit les schistes se stratifier avec des lignes de retrait dans tous les sens qui représentent les coupes des schistes naturels. A l'air, la dessiccation est assez rapide et on obtient, au bout de quelques jours, une compacité et une dureté remarquables.

A la suite de cette communication, un Membre a fait observer qu'il ne fallait pas se fier à l'apparence seule de la clarté des eaux filtrées sur les crassiers. Ces eaux y prennent beaucoup de sels et il serait notamment très dangereux de les employer pour l'alimentation des chaudières qui seraient promptement mises hors de service.

Communication de M. Levet sur **le transporteur à canal oscillant, système Kreiss.**

Ce transporteur se compose en principe d'un couloir en tôle monté sur des ressorts en bois inclinés et animé d'un mouvement alternatif très rapide. Le principe même du mouvement de cet appareil semble devoir en exclure l'emploi pour les transports à grande distance à cause des efforts d'inertie.

On peut arriver à équilibrer complètement ces efforts en divisant la longueur du couloir en un nombre pair de sections égales, les sections consécutives ayant un mouvement opposé donné par des manivelles en bois à 180° l'une de l'autre. On donne par exemple aux sections 40 *m*, ce qui fait 80 *m* de distance entre deux arbres coudés consécutifs. On a réalisé ainsi un transporteur de 176 *m* de longueur qui, avec un couloir de 0,300 *m* de largeur et 0,125 *m* de profondeur, débite 4 à 5 *t* de charbon à l'heure.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

### N° 37. — *10 septembre 1898.*

Chauffage de l'air pour les hauts fourneaux, par F. Braune.

Nouveau procédé pour l'extraction des métaux et pour la production des hautes températures, par H. Goldschmidt.

Largeur des lumières de cylindres et excentricité, par A. Ehrlich.

*Correspondance.* — L'Acétylène et son emploi dans l'éclairage.

### N° 38. — *17 septembre 1898.*

Le cycle des moteurs à gaz, par A. Stodola.

Bases de la décision du Tribunal de l'Empire dans le cas de la patente allemande n° 80 974 pour équilibrage des machines marines à plusieurs cylindres.

*Groupe d'Aix-la-Chapelle.* — Agrandissement de la distribution d'eau d'Aix-la-Chapelle.

*Bibliographie.* — Principe de la technique des courants alternatifs, par R. Rühlmann.

### N° 39. — *24 septembre 1898.*

Manœuvre électrique de l'écluse d'Ymuiden du canal de la Mer du Nord à Amsterdam, par F. Tischendörfer.



Digitized by Google

Le cycle des moteurs à gaz, par A. Stodola *(fin)*.

L'Université et l'École technique supérieure, par F. Klein.

Le VII[e] Congrès international de navigation à Bruxelles.

*Variétés.* — Nouveaux bâtiments de l'École technique de Carlsruhe. — Assemblée générale de la Société des Ingénieurs et Architectes allemands à Fribourg (Bade).

N° 40. — *1[er] octobre 1898.*

Le pont en arc sur la chute du Niagara, par G. Barkhausen.

Résistance à la rupture des colonnes en fonte et charges qu'on peut leur faire supporter, par Fr. v. Emperger.

*Groupe de Hanovre.* — Installations électriques à haute tension en Suisse. — Fabrication électrolytique du cuivre en Amérique.

*Groupe de Cologne.* — Un voyage dans la République Argentine.

*Variétés.* — Explosions de chaudières dans l'Empire allemand pendant l'année 1897 *(fin)*.

N° 41. — *8 octobre 1898.*

La gare de Dresde, par Köpcke.

Nouveautés dans la question des machines pour l'industrie textile, par G. Rohn.

Étude sur les axes élastiques des turbines Laval au sujet de leur emploi sur les navires, par A. Böttcher.

*Bibliographie.* — Tables pour faciliter le calcul des pièces des constructions métalliques, par J. Kölzow. — Annuaire d'Électro-chimie, par W. Nerst et W. Borchers.

*Correspondance.* — Théorie des moteurs thermiques.

N° 42. — *15 octobre 1898.*

Machine soufflante compound de la Société Hongroise pour l'industrie du fer, à Krompach, par A. v. Ihering.

Expériences sur les transmissions à vis sans fin, par R. Stribeck.

Calcul des ressorts des soupapes pour machines à vapeur et compresseurs, par W. Trinks.

*Groupe de Berlin.* — Nouveau régulateur de pression et appareil de sûreté.

*Bibliographie.* — Manuel de résistance des matériaux, par A. Martens.

*Variétés.* — Importation et Exportation des machines et matériel de chemins de fer pour l'Union douanière allemande dans l'année 1897.

N° 43. — *22 octobre 1898.*

Machine horizontale pour percer et fraiser, construite par Droop et Rein.

Les dragues du Mississipi, par G. Welr.

Expériences avec les locomotives à quatre cylindres, par P. van Engelmeyer.

Le personnel technique des ateliers de construction de machines.

N° 44. — *29 octobre 1898.*

Aperçu sur la théorie des charpentes de dômes et de coupoles, par H. Muller-Breslau.

Digitized by Google

Nouvelle brasserie des frères Castillo, à Guatemala, par G.-W. Schütz.

Appareils contre les incendies à la XV^e Exposition de la Société allemande de protection contre les incendies à Charlottenburg, par W. Gentsch.

*Groupe d'Aix-la-Chapelle.* — État actuel des travaux de transport de force de Rheinfelden et projet d'une installation avec barrage à Heimbach. — Coût du transport électrique pour de grandes puissances. — Production de hautes températures par les procédés chimiques et électriques.

N° 45. — *5 novembre 1898.*

Aperçu sur la théorie des charpentes de dômes et de coupoles, par H. Muller-Breslau *(fin)*.

Grande machine à percer radiale, construite par les ateliers de construction de Ernst, Schiess, à Dusseldorf.

Pompes à air horizontales pour condensation, par G. Schwarz.

Le VII^e Congrès international de navigation, à Bruxelles.

*Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat.* — Éclairage des ateliers et bureaux au moyen de lampes à arc.

N° 46. — *12 novembre 1898.*

Nouveau procédé pour percer et fraiser les pièces de machine au moyen de calibres par E. Capitaine.

Appareils contre les incendies à la XV^e Exposition de la Société allemande de protection contre les incendies, à Charlottenburg, par W. Gentsch *(fin)*.

Question de l'éducation des Ingénieurs, par W. Dyck.

Expériences pour reconnaître si la présence de rainures longitudinales dans des arbres soumis à la compression les fait courber avec la concavité du côté de la rainure, par C. Bach.

Soupape automatique pour prise de vapeur, de Schamann et C^ie, à Leipzig-Plagwitz.

***Bibliographie.*** — Théorie et pratique de la filature rationnelle, par H. Brüggemann. — Précis élémentaire de la théorie des fonctions elliptiques, par L. Levy.

N° 47. — *19 novembre 1898.*

Le pont du Kornhaus, à Berne.

Recherches sur la réduction du frottement par l'emploi des alliages métalliques.

Assemblée générale des Maîtres de forges allemands à Dusseldorf, le 23 octobre 1898.

*Pour la Chronique et les Comptes rendus :*
A. Mallet.

Digitized by Google

# BIBLIOGRAPHIE

**Les Compteurs d'électricité**, par M. Ernest COUSTET (1).

L'ouvrage de M. E. Coustet donne une revue détaillée des principaux compteurs actuellement dans le commerce; il en expose le maniement pratique, l'installation, le relevé des consommations, les moyens de vérification, l'entretien, etc.

L'auteur classe les compteurs, suivant l'usage, en compteurs de temps, compteurs d'intensité, — volt-heure-mètres et watt-heure-mètres.

On pourrait s'étonner que des appareils surannés et qui n'ont jamais reçu la sanction de la pratique aient été décrits en détail, tandis que d'autres plus modernes ont été omis. Mais les compteurs classiques sont étudiés avec soin et leur mécanisme est exposé avec clarté. Les compteurs à paiement préalable font l'objet d'un chapitre spécial. L'auteur dit quelques mots des divers modes de tarification de l'énergie et signale à ce sujet l'emploi de l'indicateur de Wright et autres appareils analogues.

Les conseils sur l'installation et l'entretien des compteurs sont des plus pratiques, et l'ouvrage paraît appelé à rendre service aux consommateurs d'électricité et en général au public non technique qui désire acquérir des notions élémentaires précises et exactes sur les compteurs d'électricité.

X. GOSSELIN.

(1) Un volume in-16, de 128 pages avec 56 figures. — Prix : 2 fr. 50. — Paris, Bernard Tignol.

---

*Le Gérant, Secrétaire Administratif,*
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 26190-12-98. — (Encre Lorilleux).

Digitized by Google

# MÉMOIRES

ET

# COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

---

# BULLETIN

DE

DÉCEMBRE 1898

---

**N° 12**

---

Sommaire des séances du mois de décembre 1898 :


1° *Banquet de la Chambre Syndicale des constructeurs-mécaniciens, chaudronniers et fondeurs* (Séance du 2 décembre), page 470;

2° *Chemin de fer de Sfax à Gafsa* (Construction du), par M. L. Rey (Séance du 2 décembre), page 476;

3° *Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs Civils de Boston* (Délégué de la Société : M. H.-D. Woods) (Séance du 2 décembre), page 471;

4° *Congrès national des Sociétés françaises de Géographie à Alger, pendant les vacances de Pâques de 1899* (Séance du 2 décembre), page 471;

5° *Décès :* de MM. P. Berthot, A. Chatard, A. Decaux, N.-A. Dujour, H. Scellier (Séance du 2 décembre), page 470;

6° *Décorations* (Séance du 2 décembre), page 470;

7° *Don fait par Mme Vve Joyant, de la collection des bulletins de la Société depuis 1864 jusqu'à 1891* (Séance du 2 décembre), page 471;

8° *Election des Membres du Bureau et du Comité pour l'exercice 1899* (Séance du 16 décembre), page 484;

9° *Interrupteurs de courant primaire des transformateurs Wydts-Rochefort,* par M. O. Rochefort (Séance du 2 décembre), page 475;




Digitized by Google

10° *Nominations :*

De MM. A. Liébaut, L. Parent, F. Reymond, Th. Villard, ont été nommés membres du Conseil supérieur du Travail (Séance du 2 décembre), page 471;

De M. Dybowski, comme membre de la Commission chargée d'étudier toutes les questions relatives au jardin d'essai, à créer, soit dans la Métropole, soit dans les colonies (Séance du 2 décembre), page 471;

11° *Pont-canal de Briare et les travaux aux abords* (Analyse de l'ouvrage de M. Mazoyer sur le), par M. F. Reymond (Séance du 2 décembre), page 471;

12° *Situation financière de la Société* (Compte rendu de la), par M. L. de Chasseloup-Laubat (Séance du 16 décembre), page 479;

13° *Voie normale et la voie de 1 m* (Analyse de l'ouvrage de M. Joseph Martin, Étude comparative entre la), par M. Auguste Moreau (séance du 2 décembre), page 473;

Mémoires contenus dans le bulletin de Décembre 1898 :

14° *Notes sur la construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa*, par M. L. Rey, page 485;

15° *Interrupteurs électriques des transformateurs à haute tension pour courants continus*, par M. O. Rochefort, page 496;

16° *Appareils nouveaux pour l'essai des métaux employés dans les travaux publics*, par Ch. Fremont, page 506;

17° *Étude comparative entre la voie normale et la voie d'un mètre*, par M. J. Martin. Analyse par M. Auguste Moreau, page 525;

18° *Le Pont-canal de Briare et les travaux aux abords.* Analyse de l'ouvrage de M. J. Mazoyer, par M. F. Reymond, page 538;

19° *Notice nécrologique sur Louis Gonin*, par M. A. Mallet, page 551;

20° *Notice nécrologique sur Pierre Berthot*, par M. Aug. Moreau, page 556;

21° *Chronique n° 228*, par M. A. Mallet, page 560;

22° *Comptes rendus*, — page 571;

23° *Bibliographie :*

*Théorie mécanique de la chaleur, de M. R. Clausius*, par M. F. Chaudy, page 582;

*Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles, publié sous la direction de M. Ch. Vigreux, de MM. Ch. Milandre et R.-P. Bouquet*, par M. R. Soreau, page 584;

24° *Table des matières contenues dans la chronique du deuxième semestre de 1898*, page 586;

25° *Table des matières traitées dans le deuxième semestre du bulletin de 1898*, page 589;

26° *Table alphabétique, par noms d'auteurs, des mémoires insérés dans le deuxième semestre*, année 1898, page 597;

Digitized by Google

Pendant le mois de décembre 1898, la Société a reçu :

38527 et 38528 — De MM. E. Bernard et Cie, éditeurs. *Petite Encyclopédie pratique du bâtiment, publiée sous la direction de L.-A. Barré. N° 7. Serrurerie et menuiserie en fer. N° 8. Peinture, vitrerie, pavage, carrelage, etc.* (2 vol. in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

38529 à 38536 — *Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Fremy* (8 volumes grand in-8°). Paris, Vve Ch. Dunod, 1885 à 1899.

38537 — De M. Ch. Beer (M. de la S.). *Accouplement élastique de sûreté à déclenchement automatique de M. Vivier* (petit in-4° de 5 p. avec 12 fig.). Liège, J. Daschelet, 1898.

38538 — De M. J. Henrivaux (M. de la S.). *Les ressources nouvelles de l'architecture. Une maison de verre, par Jules Henrivaux* (Extrait de la Revue des Deux Mondes du 1er novembre 1898) (grand in-8° de 32 p.). Paris, Bureaux de la Revue des Deux Mondes, 1898.

38539 — De M. le Dr C. Danilewsky. *Un ballon dirigeable. Exposé lu par M. le Dr Constantin Danilewsky, dans la sous-section d'aérostation du Xe Congrès de naturalistes et médecins. Kieff, 27 août 1898* (1 br. 165 × 220 de 10 p. avec 6 phot.). Karikove, 1998.

38540 — De MM. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. *Déculassement des bouches à feu, par P. Laurent* (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 157 p.). Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et Cie, 1898.

38541 — De M. F. E. Nipher. *A Method of measuring the pressure at any point on a structure due to wind blowing against that structure, by Francis E. Nipher* (Transactions of the Academy of Science of St. Louis. Vol. VIII. N° 1. Issued January 14, 1898) (grand in-8° de 24 p. avec 2 pl.). 1898.

38542 et 38543 — De M. L. Périsssé (M. de la S.). *Ville de Paris. Monographies municipales. L'enseignement professionnel à Paris. Premier volume de 1871 à 1886. Deuxième volume de 1887 à 1891. Recueil annoté par Louis Lambeau* (2 vol. in-8° de 1823 p. et de 2096 p.). Paris, Imprimerie Municipale, 1898.

38544 et 38545 — Dito. *U. S. Department of the Interior. Bureau of Education. John Eaton Commissioner. Art and Industry. Education in the Industrial and fine Arts in the United States, by Isaac Edwards Clarke. Part. I. Drawing in Public Schools. II. Industrial and Manual Training in Public Schools* (2 vol. in-8° de 842 p. et de 1338 p.). Washington, Government Printing Office, 1885 et 1892.

38546 — Dito. *Catalogue of the Niles Tool Works. Manufacturers of Iron and Steel Working Machinery, Railway. Car Boiler and Machine Shop Equipments, 1891* (grand in-8° de 244 p. avec illust.). Hamilton, Ohio, U. S. A. 1891.

Digitized by Google

38547 — *Annuaire des Agents Voyers. 1898. 54e Edition. Personnel* (Annales des chemins vicinaux. 53e année. N° 10. Octobre 1898 (in-8° de CIV p.). Paris, Paul Dupont, 1898.

38548 — *Bulletin de l'Inspection du Travail. Table analytique des années 1893 à 1897 inclus* (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail et de l'Industrie) (in-8° de 107 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1898.

38549 — *Conseil supérieur du travail. Septième session. Décembre 1897* (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes) (in-4° de 299 p.). Imprimerie Nationale, 1898.

38550 — De M. A. Lencauchez (M. de la S.). *Note : 1° sur le traitement des eaux d'égouts ; 2° sur l'évacuation des vidanges ; 3° sur la distillation de ces vidanges pour la production du sulfate d'ammoniaque, etc., et celle de la poudrette, dite phospho-guano artificiel, et 4° sur le traitement des immondices ramassées dans les rues par le service du balayage, applicables à la Ville de Paris en particulier* (in-4° de 64 p. autog.). Paris, janvier 1885.

38551 — *Vereeninging van Burgerlijke Ingenieurs. Registrer van de « Ingenieur » over 1886-1895* (grand in-4° de 78 p.). S'Gravenhage.

38552 et 38553 — *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. CXXXIV 1897-98. Part. IV* (in-8° de 516 p. avec 7 pl.). *Brief Subject Index Vols CXIX to CXXXIV. Sessions 1894-95 to 1897-98* (in-8° de 68 p.). London, 1898.

38554 — *Charter, Supplemental Charters, by Laws, and List of Members of the Institution of Civil Engineers* (in-8° de 223 p.). London, 1898.

38555 — De M. F. Reymond (M. de la S.) de la part de M. Mazoyer, *Mémoire sur le pont-canal de Briare, par M. Mazoyer* (Extrait des Annales des Ponts et Chaussées, 2e trimestre 1898) (in-8° 150 p., avec 9 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898.

38556 à 38564 — Dito. *Canal latéral à la Loire. Travaux d'amélioration entre Digoin et Maimbray* (9 dessins d'exécution, format 210 × 310).

38565 à 38570 — Dito. *Renseignements statistiques sur la ligne navigable de Paris à Lyon, par le Bourbonnais* (6 pièces, format 210 × 310).

38570 *bis* — De MM. E. Bernard et Cie, Éditeurs, *Chemins de fer secondaires, Étude comparative entre la voie normale et la voie de 1 mètre, par Joseph Martin* (Extrait de la Revue technique) (grand in-8° de 106 p., avec 10 pl.), Paris, E. Bernard et Cie, 1897. Prix 4 francs.

Digitized by Google

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de décembre 1898, sont :

Comme Membres Sociétaires MM :

| | | |
|---|---|---|
| B. Archambault, | présenté par MM. | Loreau, Dumont, Baignères. |
| G. Bähr, | — | Loreau, du Bousquet, Canet. |
| L. Basse, | — | Jannettaz, Marboutin, Goldberg. |
| H. Bisson, | — | Loreau, Dumont, Baignères. |
| L. Bôrne, | — | Loreau, Dumont, Baignères. |
| L.-E. Breton, | — | Loreau, Casevitz, Jannettaz. |
| F. Brocq, | — | Krieg, Maglin, Bert. |
| L.-A. Brousse, | — | Bert, Krieg, Zivy. |
| J.-P.-E. Charpentier, | — | Krieg, Maglin, Bert. |
| P. Dawson, | — | Chapman, Oughterson, Vaslin. |
| P. Detrois, | — | Couriot, Bobet, Moreau. |
| H. Echenoz, | — | Allaire, Ferré, Jannettaz. |
| A. Engelfred, | — | Pontzen, J. Pillet, Rautlin de la Roy. |
| P.-A. Fatio, | — | Loreau, Mallet, Potterat. |
| J.-J. Glaizot, | — | Loreau, Canet, Robineau. |
| G.-E. Hallam de Nittis, | — | Buquet, du Bousquet, Deharme. |
| J. Hermary, | — | Loreau, Canet, Robineau. |
| E. Jacquin, | — | Loreau, Dumont, Moreau. |
| V.-E. Lemaire, | — | Badois, Berthier, Litschfousse. |
| E.-O. Levilly, | — | Barbier, Demerliac, Mardelet. |
| Ch. Mayne, | — | Chollot, Badois, de Chasseloup-Laubat. |
| H. Prouteaux, | — | Loreau, Dumont, Baignères. |
| M.-Ch.-H. Raabe, | — | Loreau, Molinos, Raabe. |
| N. de Richemont, | — | Loreau, Jordan, Lencauchez. |
| L.-G. Roman, | — | de Chasseloup-Laubat, Manaut, Jannettaz. |
| A.-A. Rouzet, | — | Couriot, Mesureur, Salomon. |
| P. Samary, | — | Gallois, Moreau, Neveu. |
| F. Stolz, | — | Loreau, Moreau, Roger. |
| H. Thomas, | — | Jannettaz, Marboutin, Oller. |
| P. Trystram, | — | Dehaitre, Boeringer, Jannettaz. |
| L. Vinot Préfontaine, | — | Loreau, Pérignon, Rolland. |

Comme Membres Associés MM :

| | | |
|---|---|---|
| E.-E. Hardelay, | présenté par MM. | Anceau, Pommier, Delaporte. |
| A. Lainey, | — | Loreau, Dumont, Rey. |
| Ch.-F. Mativet, | — | Centner, Brûlé, Fremont. |
| A. van Minden, | — | Brüll, Porte, Moyse. |
| Ch. Ouachée, | — | Loreau, Mesureur, Garnier. |

Digitized by Google

# RÉSUMÉ

DES

# PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE DÉCEMBRE 1898

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

## SÉANCE DU 2 DÉCEMBRE 1898

PRÉSIDENCE DE M. L. REY, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

M. LE PRÉSIDENT, avant de passer aux questions à l'ordre du jour de la séance, présente les excuses de M. Loreau, qui assiste, en ce moment, au banquet de la Chambre syndicale des constructeurs mécaniciens, chaudronniers et fondeurs. Notre Président a cru devoir accepter cette invitation, bien qu'elle tombât un jour de séance, pour remercier le Président de la Chambre Syndicale, qui a bien voulu assister aux fêtes du Cinquantenaire et a prononcé des paroles dont nous avons tous conservé le souvenir.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos collègues :

M. P. Berthot, Membre de la Société depuis 1857; a été Ingénieur en chef de l'Exposition française de Moscou en 1891, a installé le Palais de Glace des Champs-Élysées, a obtenu le prix annuel de la Société en 1896;

M. A. Chatard, Membre de la Société depuis 1873; a été Administrateur de la Compagnie continentale Edison, Président du Conseil d'administration de la Compagnie générale des Lampes à incandescence, Membre du Comité technique de l'Électricité à l'Exposition de 1889;

M. A. Decaux, Membre de la Société depuis 1852; ancien Membre du Conseil Municipal de Paris, ancien Directeur des Teintures des Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. N.-A. Dujour, Membre de la Société depuis 1864; a été Ingénieur du matériel fixe aux Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. Scellier, Membre de la Société depuis 1853; a été fondeur.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir de faire connaître que :

M. Grelley a été nommé Officier de la Légion d'honneur;

Digitized by Google

M. Canet a été nommé Grand officier du Lion et du Soleil de Perse;

MM. A. Liébaut, L. Parent, F. Reymond et Th. Villard, ont été nommés Membres du Conseil supérieur du Travail ;

M. Dybowski, a été nommé Membre de la Commission chargée d'étudier toutes les questions relatives aux jardins d'essai à créer, soit dans la métropole, soit dans les colonies.

M. LE PRÉSIDENT est heureux de signaler le don fait par Mme Vve Joyant de la collection des Bulletins de la Société, depuis 1864 jusqu'à 1891. Des remerciements ont été adressés à Mme Joyant.

M. LE PRÉSIDENT dit que nous avons reçu de la Société des Ingénieurs Civils de Boston, une lettre remerciant d'avoir envoyé un délégué au Cinquantenaire de cette Société, et une autre lettre de notre délégué, M. H.-D. Woods, qui a été très flatté de nous représenter auprès de nos sympathiques collègues d'Amérique.

M. LE PRÉSIDENT donne avis que le prochain Congrès national des Sociétés françaises de Géographie se tiendra à Alger pendant les vacances de Pâques. Ceux de nos collègues qui désireraient s'y rendre sont priés de donner leurs noms au Secrétariat.

L'ordre du jour appelle la présentation et l'analyse par M. F. Reymond d'un ouvrage de M. Mazoyer sur *le Pont-canal de Briare et les travaux aux abords* (1).

M. F. REYMOND dit que notre Président lui a laissé le soin de présenter à la Société et d'analyser un mémoire extrait des annales des Ponts et Chaussées, dont M. Mazoyer, Ingénieur en chef, chargé du service de la navigation à Nevers, vient de faire hommage à la Société.

C'est un exposé très documenté, très clair et très complet des importants travaux exécutés depuis dix ans sous ses ordres et qui ont eu pour résultat considérable de permettre aux bateaux de 300 *t* de circuler désormais, sans rompre charge, entre le Nord et l'Est de la France, et de rejoindre d'une part la Saône à Chalon, ayant ainsi accès à la Méditerranée par Lyon et le Rhône, et d'autre part, la Loire à Roanne pour accéder à la Méditerranée, avec un raccourci de 100 *km*, le jour où sera exécuté le canal de Roanne à Givors, actuellement à l'étude. C'est un pas considérable dans la voie de l'achèvement du réseau national. Il importe de le marquer.

Le mémoire de M. Mazoyer se recommande à divers points de vue à la Société des Ingénieurs Civils de France; tout d'abord il intéresse ceux de ses Membres qui se sont voués à l'étude de notre réseau de navigation, encore bien incomplet, et qui s'en préoccupent surtout au point de vue des avantages économiques que le pays est appelé à en retirer. Il sera lu avec profit par les spécialistes des travaux d'études préalables sur le terrain, qui apprécieront la valeur des éléments de la discussion du projet et l'élégance de la solution adoptée pour le tracé de la rectification du canal sur les deux rives de la Loire.

Il rappellera enfin aux constructeurs des grands ouvrages les condi-

(1) Voir liste des ouvrages reçus nos 38555 à 38579, page 468.

Digitized by Google

tions à rechercher et à remplir pour arriver à un succès d'exécution, qu. dans l'espèce, aussi bien pour les fondations à air comprimé et les piles en maçonnerie, que pour la bâche métallique étanche, a été complet, tant au point vue de la bonne exécution et de la solidité de chacune des parties, qu'au point de vue de l'effet architectural produit par l'ensemble du pont-canal de Briare.

M. Reymond rappelle ensuite l'ordre dans lequel depuis le XVII^e^ siècle furent constituées les diverses artères du réseau navigable dans le centre de la France, et il cite les documents officiels dont M. Mazoyer fait hommage à la Société, comme pièces annexes de son mémoire, notamment la pièce très intéressante intitulée *Profils en long comparatifs de la voie navigable de Paris à Lyon*, qui explique la préférence de la batellerie pour la voie navigable du Bourbonnais, malgré l'obligation toujours coûteuse et parfois dangereuse du passage en Loire à Châtillon.

Le livre de M. Mazoyer fournit d'intéressants renseignements sur les conditions dans lesquelles s'opérait le remorquage en Loire, dont les frais atteignaient annuellement 253 000 francs, ce qui représente à 3 0/0 un capital de 8 433 333 francs, sensiblement égal à celui qui a été appliqué à l'ensemble de l'œuvre en question.

Si l'on a dû attendre aussi longtemps pour adopter un remède si économiquement efficace, c'est qu'il était impossible, au milieu du siècle, de construire à Briare un pont-canal en maçonnerie semblable à ceux existant à Digoin sur la Loire et au Guétin sur l'Allier. Il ne s'agissait pas seulement d'une question de dépense, il fallait tenir compte de deux autres éléments : « la multiplicité et les dimensions des points d'appui nécessaires, la hauteur disponible ».

Quand la loi de 1879 eut modifié les conditions de navigabilité et que le mouillage notamment fut porté de 1,60 *m* à 2,20 *m* entre la Seine et la Loire à Briare et la Saône et la Loire à Digoin, on dut se préoccuper de réaliser le même progrès sur les 193 *km* qui séparent Briare de Digoin. Deux projets furent étudiés, franchissant la Loire l'un à Châtillon, l'autre à Briare ; c'est ce dernier qui fut adopté. Les raisons en sont exposées par M. Mazoyer dans son mémoire avec tous les arguments techniques nécessaires.

L'exécution de ce projet nécessita de nombreux ouvrages d'art et de terrassement, pour lesquels on s'est entouré de toutes les garanties de sécurité.

Quant au pont-canal sur la Loire, il devait nécessairement être à bâche métallique. La discussion des dimensions principales montre comment on est arrivé à les adopter ; l'étude de la partie métallique mérite une mention toute spéciale. L'auteur y a rappelé combien les travaux des Ingénieurs civils et les discussions de notre Société avaient mis en lumière les progrès de la fabrication de l'acier.

Le poids d'un pont de chemin de fer à deux voies de 75 *m* d'ouverture, avec ses surcharges roulantes, n'atteint que les deux tiers du poids d'un pont-canal à une voie de 40 *m* d'ouverture. Ceci suffit à faire concevoir quels soins furent nécessaires pour ce dernier. La preuve que rien n'a été négligé se retrouve à chacune des pages où M. Mazoyer a exposé les études théoriques et pratiques auxquelles il s'est livré.

Digitized by Google

M. Reymond donne ensuite la description du pont-canal. Avant de terminer, il recommande la lecture attentive du mémoire de M. Mazoyer et ensuite la visite des grands travaux qui y sont décrits. Il émet le vœu que notre sympathique Président inspire à son successeur l'idée d'organiser, l'été prochain, une tournée de la Société dans le Bourbonnais. M. Loreau sait mieux que personne l'accueil qui serait fait aux touristes à Briare, et M. Reymond se porte garant de la façon dont ils seront reçus par M. Mazoyer sur toute la partie du réseau navigable dont il a la haute direction.

M. le Président remercie notre sympathique ancien Président M. Reymond, de l'intéressante analyse qu'il vient de faire du très important ouvrage de M. Mazoyer.

Il remercie également M. Mazoyer d'avoir pensé à faire hommage à la Société de son ouvrage. Celui-ci sera consulté par nos Collègues avec intérêt et avec fruit.

Il donne la parole à M. Aug. Moreau pour son analyse de l'ouvrage de M. Joseph Martin sur une *Étude comparative entre la voie normale et la voie de 1 m* (1).

M. Aug. Moreau dit que le Bureau a bien voulu lui confier l'analyse du travail de M. Joseph Martin sur une *Étude comparative entre la voie normale et la voie étroite*. Il pensait faire une véritable communication sur ce sujet qui n'a pas été traité depuis longtemps à la Société. Cependant, quand il a vu l'ordre du jour chargé de communications savantes et intéressantes, comme celle qui viendra tout à l'heure sur la Tunisie, il a eu un scrupule et il s'est imposé d'être bref. Le sujet pourra être repris plus tard par une discussion de fond qui n'aurait, d'ailleurs, pu avoir lieu ce soir en l'absence de l'auteur du travail.

On se rappelle, sans doute, le grand tournoi qui s'est livré, il y a quelques années, à la Société, entre les partisans de la voie étroite et ceux de la voie normale; la voie étroite faisait alors ses premières armes; la voie normale, dite économique, prétendait réaliser tous les avantages de sa rivale si l'on savait la manier adroitement; si, avec quelques modifications bien comprises, on ramenait aux besoins d'utilité immédiate la construction d'un chemin de fer secondaire. M. Moreau ne reviendra pas sur la discussion qui a eu lieu à cette époque et à laquelle il a eu l'honneur de prendre part; il croit que le problème est aujourd'hui complètement résolu et que les anciennes discussions ne pourraient plus renaître; mais on doit dire, qu'à l'époque dont il parle, on discutait plutôt les choses avec une certaine prescience qu'avec des documents bien établis, car si quelques chemins de fer à voie étroite constituaient des exemples topiques, probants, ils étaient encore rares. Les exemples de chemins de fer à voie large économiques n'étaient pas non plus très nombreux, et ce qu'on en disait était peu convaincant. Le mieux était d'avoir des documents, et ceux-ci sont nombreux aujourd'hui, puisqu'on a construit de tous côtés de ces chemins de fer; il en ressort bien nettement, pour les hommes du métier, que la voie large économique a dû

(1) Voir liste des ouvrages reçus n° 38570 *bis*, page 468.

Digitized by Google

battre complètement en retraite. La voie étroite avait besoin, elle aussi, de fournir des matériaux d'étude bien probants; ce sont ces matériaux que M. Joseph Martin a voulu réunir dans l'ouvrage présenté ce soir; cet ouvrage n'est pas très volumineux, il représente néanmoins des années de travail, car l'auteur a passé sa carrière tout entière dans la construction des chemins de fer, en France et à l'étranger. De plus, il a compulsé tous les documents, tous les renseignements qui pouvaient mettre au point la question et donner très impartialement les arguments qui manquaient jadis.

M. Joseph Martin a pris tout d'abord pour base de ses comparaisons, — et cette base doit être signalée, — deux lignes fictives qui auraient même profil et même tracé, ce qui ne donne qu'une faible partie de l'économie réalisée par l'emploi de la voie étroite, ou économie principale sur laquelle il revient plus tard; puis il a examiné chacun des titres se rapportant à trois plates-formes ayant respectivement 5 *m*, ce qui est un minimum pour la voie large économique, 4,30 *m* et 3,60 *m* pour les voies étroites.

M. Joseph Martin fournit des renseignements sur la situation des voies étroites dans les différents pays du monde : en général, elles ont des locomotives à trois essieux couplés, avec roues de 1,10 à 1,15 *m*. Lorsqu'il y a plus de puissance à donner, on allonge les chaudières, on multiplie les cylindres et l'on fait usage de trucks porteurs; M. Mallet en a donné des exemples nombreux. La vitesse est rarement de plus de 40 *km* à l'heure en pleine marche, ce qui fait 30 *km* en moyenne. C'est à peu près le maximum usité, et très suffisant, pour ces petits chemins de fer. Les véhicules sont quelquefois du système ordinaire anglais, et maintenant le plus souvent à couloir, soit intérieur, soit latéral. Pour les wagons à marchandises, une circulaire ministérielle, de décembre 1897, oblige les Compagnies à avoir des véhicules permettant des chargements de 10 *t*. On aurait été surpris, il y a quelques années, si l'on avait annoncé sur la voie réduite des wagons de 10 *t*. Aujourd'hui, c'est obligatoire.

L'économie sur le matériel roulant est en effet une de celles dont il ne faut pas abuser, parce que, plus tard, elle se paie sous forme de supplément d'entretien et d'exploitation. Le poids mort, en général, peut être considéré comme ayant diminué de 20 0/0, même en tenant compte de ce fait qu'il est plus fort qu'il ne devrait être.

M. Moreau aborde la question du transbordement, le grand argument des adversaires de la voie étroite; il constate que c'est une objection nulle. D'ailleurs, le Congrès de Bruxelles, succédant au Congrès de Paris de 1889, avait tiré la même conclusion.

Tous les chapitres sont ainsi particulièrement fouillés, et montrent avec quel amour de la vérité et quelle préoccupation d'être utile M. Joseph Martin a fait son travail.

Lorsqu'il a comparé tous les éléments et donné des chiffres bien établis concernant les deux voies, M. Joseph Martin fait une application à une ligne de 80 *km*, dans laquelle il donne le procédé pour passer immédiatement d'une voie à l'autre. Lorsqu'on hésitera et que, dans une circonstance déterminée, on voudra savoir quel est le système à adopter

Digitized by Google

de préférence, on aura des éléments précis pour faire rapidement le travail préparatoire; cela peut rendre de grands services.

M. Moreau appelle encore l'attention sur un autre chapitre intitulé « annexes », très utile pour les praticiens, et qui fera de l'ouvrage le véritable *vade mecum* de toutes les personnes chargées des projets de lignes secondaires.

Il ajoute que le *Bulletin* de l'Association pour l'avancement des chemins de fer secondaires, en Autriche, a commencé, dans le bulletin d'août, la publication de ce travail, qui sera inséré entier; c'est une veritable consécration du mérite de l'auteur.

Il termine en disant que M. Joseph Martin est certainement, dans la plus complète acception du mot, un consciencieux. C'est à ce titre surtout que son ouvrage peut rendre des services, à tous ceux qui, de près ou de loin, — et c'est à peu près tous les Ingénieurs, — s'intéressent à la question des chemins de fer secondaires.

M. le Président remercie M. Moreau de l'analyse qu'il a bien voulu nous donner et qui fait suite aux nombreuses communications qu'il nous a déjà présentées; il espère que la bonne volonté de notre Collègue n'est pas épuisée, et qu'il voudra bien nous tenir au courant des faits importants qui pourront se produire relativement aux chemins de fer à voie étroite.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Rochefort sur les *Interrupteurs de courant primaire des transformateurs Wydts-Rochefort.*

M. O. Rochefort explique le rôle de ces interrupteurs et les conditions qu'ils doivent remplir; il présente à la société trois interrupteurs différents construits par lui :

1° Un interrupteur rotatif. Une tige de cuivre animée d'un mouvement vertical par bielle et manivelle commandés au moyen d'un petit moteur électrique entre et sort d'une couche de mercure surmontée de pétrole. Le godet porte-mercure peut être monté ou descendu pendant la marche.

La vitesse varie de 100 à 1 400 tours par le moyen d'un rhéostat. Les parties en mouvement sont en aluminium. Le moteur est bas et stable; il consomme 0,8 ampère, sous 6 volts;

2° Un interrupteur cuivre sur cuivre dans du pétrole.

Le moteur est le même que le précédent et est muni du même rhéostat. Un contact en cuivre rouge est vissé à l'extrémité d'une tige d'acier verticale; un ressort à boudin fait effort au repos pour donner le contact; la tige est guidée par deux glissières fixes; un canon mobile commandé par la bielle du moteur glisse le long de la tige et vient rencontrer un arrêt circulaire fixé à cette tige.

La durée du contact pendant le temps d'une rotation est réglée à volonté, en faisant monter le godet qui supporte la plaque de cuivre rouge sur laquelle pose l'extrémité de la tige portant le contact;

3° Un interrupteur à mouvement rectiligne platine-mercure. Cet interrupteur du genre Foucault, permet d'obtenir, avec une course dépassant 1,5 *cm* des interruptions extrêmement rapides.

Le mouvement de la tige dans le liquide (mercure surmonté de pérole) est un mouvement vertical, et la tige, reliée par une transmission

Digitized by Google

flexible au fléau oscillant, est guidée par le liquide lui-même, ce qui empêche les projections.

La partie motrice se compose d'un électro-aimant vertical, au-dessus duquel une armature de fer doux peut osciller. Le mouvement, commandé par un contact platine sur platine, est réglable à volonté en marche.

Cet interrupteur dépense 2 à 3 dixièmes d'ampère sous 6 volts; il peut se mettre sur un secteur, en prenant son courant en dérivation sur un rhéostat.

M. Rochefort fait fonctionner un type puissant des transformateurs qu'il a présentés à la Société le 5 novembre 1897. Il obtient 0,50 *m* d'étincelle avec 12 volts et 6 ampères.

Il rend compte des propriétés des transformateurs dissymétriques qu'il construit et qui peuvent avoir leur pôle à faible tension mis à la terre sans diminuer la longueur d'étincelle et termine en montrant les accouplements des primaires et des secondaires de ces transformateurs, en quantité et en tension

M. le Président félicite M. Rochefort des perfectionnements qu'il a apportés aux transformateurs pour permettre de régulariser les interruptions et de produire des étincelles beaucoup plus puissantes que celles qui étaient habituellement obtenues jusqu'ici.

L'ordre du jour appelle la communication de M. L. Rey sur la *Construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa.*

(M. Rey cède le fauteuil présidentiel à M. G. Dumont, vice-président).

M. Rey dit que, lorsqu'il a été appelé en octobre dernier par des devoirs professionnels en Tunisie, et principalement dans le Sud de la Régence, notre sympathique Président lui a demandé de rapporter quelques renseignements sur un pays encore peu connu des ingénieurs; il va donc parler de ce qu'il a étudié comme ingénieur et un peu de ce qu'il a vu comme touriste dans les oasis du Djérid, les gorges du Seldja et les massifs montagneux dans lesquels se trouvent les gisements de phosphate de chaux.

L'exploitation de ces derniers a nécessité la construction d'une ligne de chemin de fer allant de Sfax au Metlaoui, en passant par Gafsa. C'est sur cette ligne que M. Rey va principalement insister; elle a, en effet, nécessité des travaux dont les conditions d'exécution sont peu ordinaires.

Cette communication aura, pense-t-il, d'autant plus d'intérêt pour les Membres de la Société qu'elle se rapporte à des travaux auxquels prennent part un grand nombre de nos Collègues.

Les gisements de phosphates d'Algérie se poursuivent beaucoup à l'est de Tebessa; la richesse des couches y est, en certains points, comparable à celle des meilleurs gisements algériens; c'est ce qui arrive notamment dans le massif tunisien comprenant les Djebel, Zitoun, Zimra, Alima, Seldja, Metlaoui et Stah, où se trouvent des couches d'une exploitation facile dont la concession a été donnée à une Compagnie française en même temps que celle d'un chemin de fer devant permettre d'amener ses produits à un port de mer; c'est la Compagnie des Phos-

Digitized by Google

phates et du chemin de fer de Gafsa; elle s'est, dès sa constitution en 1897, proposé de pousser les travaux aussi rapidement que possible.

On a adopté la voie de 1 *m.*; Sfax a été choisi comme tête de ligne, parce qu'on y construit un port permettant aux gros navires de venir à quai. Les rampes ne dépassent pas 8 *mm* dans le sens du trafic, c'est-à-dire des mines à Sfax, et sont de 15 *mm* au maximum dans l'autre sens. Les courbes ont un rayon minimum de 200 *m.*

Ces conditions sont favorables pour l'exploitation d'une ligne dont le seul trafic important doit consister dans le transport des phosphates, le pays traversé ne produisant presque rien et n'ayant que deux centres d'importance médiocre : Maharès et Gafsa.

M. Rey passe successivement en revue : le tracé de la ligne, le système hydrologique des oueds, la nature du terrain traversé qui est, sur presque toute la longueur de la ligne, argilo-sablonneux, les dispositions adoptées pour les talus et pour les tranchées ; enfin, les travaux d'art dont on a cherché à diminuer le nombre, même au prix d'un certain allongement du tracé ; le seul ouvrage important est le pont sur l'Oued Baïech, près Gafsa, dont la longueur entre les culées est de 319,75 *m.*

M. Rey décrit ensuite les moyens d'exécution employés. Un point est spécial, celui de la rareté de l'eau, qui devient un des éléments importants dans le prix de revient des maçonneries. On a adopté le rail à patin, de 25 *kg* le mètre courant, et des traverses métalliques ; celles-ci fournissent une économie sérieuse à cause de la rapide détérioration que subirait le bois.

Le manque de routes et la rareté de l'eau ont empêché d'avoir plusieurs chantiers de pose à la fois : il a fallu procéder par cheminement en partant de Sfax. Ce mode d'opérer a été rendu rapide grâce aux moyens mécaniques employés pour la pose de la voie. M. Rey explique ceux-ci et montre des photographies des trains amenant des travées de voie toutes montées jusqu'au wagon poseur qui reste toujours à l'avancement.

On est arrivé, grâce à ce système, à poser facilement 800 *m* de voie par journée de travail, et certains jours on est allé jusqu'à 1 600 *m* et même 1 800 *m.*

L'avancement n'a pu être constant pour différentes causes, néanmoins l'avancement mensuel moyen est de 20 *km.*

M. Rey montre ensuite comment ont été mis en place les 30 tabliers métalliques composant le pont du Baïech. Il signale les difficultés qui se sont présentées, notamment celle provenant du manque de communications avec les chantiers situés parfois à plus de 100 *km* du dernier poste téléphonique posé.

Une des grandes difficultés pour l'exploitation de la ligne est la pénurie d'eau et sa mauvaise qualité. Cette dernière a pu être beaucoup améliorée à la suite des études faites, et grâce au concours de notre Collègue M. Derennes, Chef du service du laboratoire à la Compagnie du Nord.

Dans le mois courant, la pose de la ligne sera arrivée au Metlaoui, point terminus où commencera l'embranchement pénétrant dans la mine. On aura donc mis sensiblement un an pour poser 243 *km* de voie et

Digitized by Google

moins de 23 mois pour étudier et construire la ligne de chemin de fer, malgré les circonstances particulières du climat et les difficultés d'approvisionnement.

Ce résultat remarquable n'a pu être obtenu que grâce au bienveillant concours de l'Administration supérieure du Protectorat. Quand il n'était pas possible de les supprimer entièrement, les formalités toujours longues et bien souvent inutiles auxquelles sont soumises dans d'autres pays des entreprises analogues, ont été réduites à leur minimum.

M. Rey fait ensuite projeter une série de photographies prises sur les travaux et de vues remarquables de monuments anciens ou de beautés naturelles de premier ordre.

Il parle enfin d'un important ouvrage construit tout récemment par notre Collègue M. Arnodin. C'est le magnifique pont transbordeur qui traverse le canal du port de Bizerte.

M. LE PRÉSIDENT dit que M. Rey vient de faire une communication des plus intéressantes : d'abord, au point de vue technique; ensuite, parce que beaucoup de nos Collègues ont participé à ces travaux remarquables ; enfin, parce que M. Rey a donné des renseignements curieux sur le pays lui-même, en ne manquant pas de nous faire profiter de ses impressions de touriste.

Nous avons deux choses à retenir : le procédé ingénieux employé pour poser les rails d'une façon rapide dans un pays ingrat, qui peut être très utile pour tous ceux ayant à s'occuper de chemins de fer dans des pays de colonisation ; puis les procédés nouveaux d'épuration d'eaux insalubres; la connaissance de leurs résultats définitifs intéresserait, sans aucun doute, vivement la Société. M. le Président remercie notre Collègue de nous avoir fait parcourir avec autant d'intérêt un pays que tous seraient heureux d'aller visiter.

L'ordre du jour appelant encore une communication importante : celle de M. N. de Tédesco sur *les derniers progrès accomplis dans les constructions en ciment armé par la Société de construction en ciment armé*, M. LE PRÉSIDENT consulte l'Assemblée pour savoir s'il y a lieu de la remettre à une prochaine séance. *Adopté.*

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. E.-N. Commelin, Ch. Lambert, R. Liébaut, A.-L.-F. Lotz, G. Marteau, A.-E.-H. Martin, A. Meyret, M.-S.-A. Michaud, M. Mintz, A. Palaz, A. de Traz, E.-A. Wittmann, comme membres sociétaires et de MM. H.-R. Bunzli, A. Chaix, A. Dufrène, L.-E. Gaveau, G. Meyer, N. Roser, E.-G. Sohier comme membres associés.

MM. B. Archambault, G. Bahr, L. Basse, H. Bisson, L. Borne, L.-E. Breton, F. Brocq, L.-A. Brousse, J.-P.-E. Charpentier, P. Dawson, P. Detrois, H. Echenoz, A. Engelfred, P.-A. Fatio, J.-J. Glaizot, G.-E. Hallam de Nittis, J. Hermary, E. Jacquin, V.-E. Lemaire, E.-O. Levilly, Ch. Mayne, H. Prouteaux, M.-Ch.-H. Raabe, N. de Richemont, L.-G. Roman, A.-A. Rouzet, P. Samary, F. Stolz, H. Thomas, P. Trystram, L. Vinot-Préfontaine sont reçus membres Sociétaires et MM. E.-

Digitized by Google

**E. Hardelay, A. Lainey, Ch.-F. Mativet, A. van Minden, Ch. Ouachée, sont reçus membres associés.**

**La séance est levée à 11 heures un quart.**

*Le Secrétaire,*
P. JANNETTAZ.

---

# PROCÈS-VERBAL

DE LA

# SÉANCE DU 16 DÉCEMBRE 1898

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

PRÉSIDENCE DE M. A. LOREAU, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

La Société étant réunie en Assemblée générale, conformément à l'article 17 des Statuts, M. L. DE CHASSELOUP-LAUBAT, Trésorier, a la parole pour la lecture de son rapport annuel sur la situation financière. Il s'exprime ainsi :

### SITUATION AU 30 NOVEMBRE 1898

MESSIEURS,

| | |
|---|---|
| Le 1er décembre 1897, les Membres de la Société étaient au nombre de | 3 054 |
| Du 1er décembre 1897 au 30 novembre 1898, les admissions ont été de | 324 |
| formant un total de | 3 378 |
| Pendant le même laps de temps la Société a perdu, par suite de décès, démissions et radiations | 96 |
| Le total des membres de la Société au 30 novembre 1898 est ainsi de | 3 282 |

Par conséquent, le nombre des membres de la Société des Ingénieurs Civils de France a augmenté de 228 pendant l'année entière.

Ce chiffre, bien que légèrement inférieur à celui de l'année précédente, est supérieur à la moyenne des dix dernières années, et montre bien que le recrutement peut facilement s'effectuer à condition que l'on s'en occupe.

L'augmentation annuelle du nombre de nos membres est un facteur des plus importants pour la prospérité de notre Société. Je ne saurais

Digitized by Google

donc trop remercier ici notre Président du dévouement avec lequel il a, par lui-même et en excitant le zèle de nos Collègues, contribué à l'accroissement de notre effectif.

Le bilan au 30 novembre 1898 se présente comme suit :

L'Actif comprend :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Le fonds inaliénable | Fr. | 86 868,30 |
| 2° Les espèces en caisse | | 6 572,80 |
| 3° Les débiteurs divers | | 72 752,33 |
| 4° La souscription Flachat (compte d'ordre) | | 11 479,20 |
| 5° L'amortissement de l'emprunt | | 500 » |
| 6° La bibliothèque | | 10 000 » |
| 7° Le mobilier ancien | | 6 500 » |
| 8° Les frais de premier établissement | | 15 269,18 |
| 9° L'immeuble nouveau | | 1 063 964,23 |
| TOTAL | Fr. | 1 273 906,04 |

Le Passif se compose de :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Les créditeurs divers | Fr. | 74 910,71 |
| 2° Les prix divers 1898 et suivants | | 7 986,95 |
| 3° Le monument Flachat (compte d'ordre) | | 10 522,70 |
| 4° L'emprunt | | 600 000 » |
| 5° Les coupons | | 17 998,81 |
| 6° Le fonds de secours | | 334,60 |
| 7° Immeuble nouveau et travaux en cours sur ledit | | 12 637,05 |
| 8° Souscription Cinquantenaire (réserve spéciale) | | 10 000 » |
| | | 734 390,82 |
| Avoir de la Société | | 539 515,22 |
| TOTAL | Fr. | 1 273 906,04 |

Nous allons maintenant, comme nous le faisons pour chaque exercice, passer très rapidement en revue les divers chapitres du bilan.

1° ACTIF :

Le compte *Fonds inaliénable* s'est augmenté de 873,50 *f*, somme qui représente le solde, après paiement des frais, des 1 000 *f* que nous avait légués notre regretté Collègue, M. Ed. Roy.

Les comptes *Caisse*, *Débiteurs divers*, *Emprunt* et *Bibliothèque* ne présentent aucun changement important; nous ne nous y arrêterons donc point.

Le compte *Frais de premier établissement*, au contraire, mérite quelques explications.

Il figure encore cette année pour une somme de 15 269,18 *f*

Nous vous rappellerons que, il y a un an, nous avons dit à ce sujet :

« La dépense que représente ce compte n'ayant donné lieu à aucune augmentation réelle d'actif, nous avons cru devoir les porter, non point

Digitized by Google

# BILAN AU 30 NOVEMBRE 1898

## ACTIF

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1° Fonds inaliénable :** | | | |
| *a.* Legs Meyer (nue propriété) . . . . . Fr. | 10 000 » | | |
| *b.* Legs Nozo, 19 obligations du Midi . . . . | 6 000 » | | |
| *c.* Legs Giffard, 131 » » . . . . . | 50 372,05 | | |
| *d.* Fondation Michel Alcan, 1 titre de rente 3 0/0 | 3 730 » | | |
| *e.* Fondation Coignet » » | 4 285 » | | |
| *f.* Fondation Couvreux, 11 obligations du Midi . | 4 857,75 | | |
| *g.* Don anonyme . . . . . | 6 750 » | | |
| *h.* Legs Roy . . . . . | 873,50 | | |
| | | 86 868,30 | |
| **2° Caisse** : Solde disponible . . . . . Fr. | | 6 572,80 | |
| **3° Débiteurs divers :** | | | |
| Admissions (après 33 0/0 de réduction). . . Fr. | 625 » | | |
| Cotisations 1898 et années antérieures (après réduction de 33 0/0) . . . . . | 8 568 » | | |
| Obligations, banquiers et comptes de dépôt . . | 63 389,33 | | |
| Divers. . . . . | 170 » | | |
| | | 72 752,33 | |
| **4° Souscription Flachat** (compte d'ordre) . Fr. | | 11 479,20 | |
| **5° Amortissement de l'Emprunt**. . . . . | | 500 » | |
| **6° Bibliothèque** : Livres, catalogues, etc. . . . . | | 10 000 » | |
| **7° Mobilier ancien** . . . . . | | 6 500 » | |
| **8° Frais de premier établissement :** | | | |
| Frais d'aménagement, réparations, installation provisoire . . . . . Fr. | 7 895,29 | | |
| Fête d'inauguration . . . . . | 7 373,89 | | |
| | | 15 269,18 | |
| **9° Immeuble nouveau :** | | | |
| Terrain et frais. . . . . Fr. | 398 660,30 | | |
| Terrasse . . . . . | 10 108 » | | |
| Maçonnerie, sculpture, marbrerie . . . . . | 169 680,40 | | |
| Charpente, fer et bois . . . . . | 130 879,94 | | |
| Ascenseur, monte-charges, plancher mobile. . . | 19 820,95 | | |
| Canalisation, pavage et divers . . . . . | 12 133,36 | | |
| Couverture et plomberie. . . . . | 28 794,40 | | |
| Fumisterie. . . . . | 30 151,75 | | |
| Serrurerie. . . . . | 57 800,48 | | |
| Menuiserie, parquets . . . . . | 61 785,42 | | |
| Peinture, vitrerie. . . . . | 30 415 » | | |
| Installation gaz et électricité, appareillage . . . | 36 532,23 | | |
| Ameublement et matériel. . . . . | 43 687,79 | | |
| Divers Hôtel. . . . . | 2 090 » | | |
| Honoraires. . . . . | 31 404,21 | | |
| | | 1 063 964,23 | |
| Fr. | | 1 273 906,04 | |

## PASSIF

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1° Créditeurs divers :** | | | |
| Impressions, planches, croquis, cinquantenaire, divers travaux en cours . . . . . Fr. | 8 243,71 | | |
| Créditeurs divers . . . . . | 66 667 » | | |
| | | | 74 910,71 |
| **2° Prix divers 1898 et suivants :** | | | |
| *a.* Prix Annuel . . . . . Fr. | (mémoire) | | |
| *b.* Prix Nozo . . . . . | 918,50 | | |
| *c.* Prix Giffard 1899. . . . . | 6 388,45 | | |
| *d.* Prix Michel Alcan. . . . . | 112 » | | |
| *e.* Prix Coignet . . . . . | 172 » | | |
| *f.* Prix Couvreux . . . . . | 396 » | | |
| | | | 7 986,95 |
| **3° Monument Flachat** (compte d'ordre) . . Fr. | | | 10 522,70 |
| **4° Emprunt**. . . . . | | | 600 000 » |
| **5° Coupons :** | | | |
| N°s 1 et 2. Échéance du 1er janvier 1897 . . Fr. | 1 270,03 | | |
| N° 3. — 1er juillet 1897. . . . . | 762,13 | | |
| N° 4. — 1er janvier 1898 . . . . | 1 307,55 | | |
| N° 5. — 1er juillet 1898. . . . . | 3 653,10 | | |
| N° 6. — 1er janvier 1899 . . . . | 11 006 » | | |
| | | | 17 998,81 |
| **6° Fonds de secours** . . . . . Fr. | | | 334,60 |
| **7° Immeuble nouveau et travaux en cours sur ledit**. . . . . Fr. | | | 12 637,05 |
| **8° Souscription Cinquantenaire** (réserve spéciale). | | | 10 000 » |
| Fr. | | | 734 390,82 |
| **Avoir de la Société**. . . . . | | | 539 515,22 |
| Fr. | | | 1 273 906,04 |



Digitized by Google

au compte de l'immeuble nouveau, mais bien au compte de premier établissement. Nous estimons ainsi, d'une part, respecter l'esprit de la décision, — fort sage à notre avis, — des deux Comités réunis, et, d'autre part, laisser en évidence une somme que la prudence nous invite à amortir le plus tôt possible. »

Aujourd'hui, nos ressources nous permettent d'amortir intégralement ce compte ; nous vous demandons de bien vouloir nous autoriser à prendre cette importante mesure, grâce à laquelle notre actif ne comprendra désormais que des sommes représentant des choses pour ainsi dire tangibles.

Le compte *Monument Flachat* — simple compte d'ordre, ne l'oublions pas, — a diminué au fur et à mesure des paiements effectués sur demandes régulières à nous adressées par le Président du Comité du monument.

Enfin, le compte *Immeuble nouveau* présente un accroissement de 19 512,64 *f* correspondant à des augmentations réelles de notre actif, nous pourrions dire à des augmentations de la valeur commerciale de notre immeuble.

Cette somme a, en effet, été dépensée pour installer d'une façon plus complète la grande salle dont la location constitue une source importante de nos revenus, et pour mettre notre immeuble à la hauteur des desiderata modernes, tant au point de vue de la sécurité que du confort.

2° Passif :

Les comptes *Impressions* et *Travaux en cours* n'offrent rien de spécial.

Le compte *Créditeurs divers* est supérieur à celui de l'année dernière. Nous avons pu, en effet, réunir en une seule créance non immédiatement exigible, consolider pour ainsi dire, les diverses créances restant encore à solder pour les travaux de construction de l'Hôtel.

Il en résulte que ce reliquat du passé se traduit aujourd'hui par une augmentation du compte *Créditeurs divers* et une diminution correspondante du compte *Travaux de construction de l'Hôtel.*

Les comptes *Prix divers*, *Coupons*, *Fonds de secours*, ne comportent aucun point à signaler.

Le compte *Monument Flachat* a diminué, comme nous l'avons déjà dit; la différence entre l'actif et le passif provient uniquement d'une légère avance momentanée faite par la caisse de la Société.

Le compte *Frais de premier établissement* a disparu entièrement, vu que nous avons pu le solder complètement pendant ce dernier exercice.

Le compte *Immeuble nouveau* ne figure plus que pour 12 637,05 *f*, somme que nous devons encore sur les divers travaux en cours.

Quant au compte *Cinquantenaire* qui paraît pour la première fois sur nos bilans, il s'élève à 10 000 *f*. C'est ce qui nous reste de la souscription du Cinquantenaire après avoir payé toutes les dépenses de ces belles fêtes. Nous croyons que ce solde doit constituer un fonds spécial disponible.

Ainsi, ce bilan montre que l'actif de la Société qui, au 30 novembre 1897, était de. . . . . 515 614,79 *f*
s'élève aujourd'hui à. . . . . 539 515,22 *f*
il a donc augmenté de . . . . . 23 900,43 *f*

Digitized by Google

D'un autre côté, nous avons payé 24 000 *f* de coupons.

L'augmentation réelle est donc de 23900,43*f* + 24000*f*, soit 47 900,43*f*.

Telle est, Messieurs, la situation financière de notre cinquantième année d'existence : comme le montrent ces chiffres, elle est bonne.

Nous pouvons actuellement amortir, non seulement, les 15 269,18 *f* des frais de premier établissement, mais encore une vingtaine de mille francs de la créance de notre immeuble.

Ces résultats cadrent heureusement avec l'éclat des solennités de cette année. Ils nous permettent d'envisager l'avenir avec confiance si la Société continue son accroissement normal.

J'adresse donc ici tous mes remerciments à notre distingué Président, M. Loreau qui, par son exemple généreux, a donné à la souscription du Cinquantenaire une impulsion assez vigoureuse pour permettre la constitution du fonds spécial dont je vous ai parlé. Nous devons aussi exprimer notre gratitude aux généreux collègues, MM. Thirion, Grosdidier, Gadot, Darracq, Bélélubski, Chevalier, Fiévé et Boutain, qui, dans le cours de cette année nous ont, à différents titres, fait don de diverses sommes s'élevant au total à 485,60 *f*. Je remercie également notre personnel appointé et en particulier notre dévoué Secrétaire administratif, M. de Dax, du zèle qu'ils ont apporté dans leurs fonctions.

Et, pour terminer cet exposé, je me permettrai de faire un pressant appel au Président et au Comité que vous allez élire tout à l'heure : je leur demanderai d'apporter tous leurs soins au recrutement. C'est ainsi que nous pourrons assurer la haute situation dont nous avons besoin afin de jouer un rôle digne de nous dans la dernière grande Exposition de ce XIX^e^ siècle durant lequel est née et a grandi la Société des Ingénieurs civils de France.

M. LE PRÉSIDENT met aux voix les deux résolutions suivantes :

1° Le compte *frais de premier établissement* s'élevant au 30 novembre 1898 à 15 269,18 *f*, sera immédiatement amorti.

2° Les comptes arrêtés au 30 novembre 1898 et dont il vient d'être donné connaissance sont approuvés.

Ces résolutions sont adoptées à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT est certain d'être l'interprète de tous, en adressant de vifs remerciements à M. de Chasseloup-Laubat. Il est heureux de constater que la situation financière de la Société est bonne, puisqu'elle a pu décider l'amortissement qui vient d'être voté, et que d'autre part, elle peut rembourser 20 000 *f*, sur l'emprunt de 50 000 *f*, fait cette année, afin de consolider, pour ainsi dire, les diverses créances non encore soldées, pour les travaux de construction de l'hôtel.

Il signale l'ouverture d'un compte nouveau présentant un intérêt particulier. De la souscription faite à propos du Cinquantenaire, il reste une somme de 10 000 *f*. Le Comité a décidé que celle-ci serait attribuée au compte spécial, qu'il y aura lieu d'ouvrir pour l'Exposition de 1900.

Enfin, M. le Président adresse des remerciements à ceux qui ont pris

Digitized by Google

part à la souscription du Cinquantenaire, et à tous ceux dont le dévouement contribue à augmenter la force de la Société, et d'une façon toute spéciale à notre sympathique Trésorier.

Des remerciements à M. L. de Chasseloup-Laubat, sont votés par acclamation.

M. LE PRÉSIDENT signale à l'attention de l'Assemblée, une question relative aux élections des Membres du Comité. Il rappelle que l'article 9 des statuts a très sagement prévu que deux Membres associés peuvent faire partie du Comité. Au moment où la Société se préoccupe d'étendre le nombre de ses Membres associés et d'appeler à elle les grands industriels, dont Flachat déjà souhaitait la venue à la Société, M. le Président pense qu'il avait le droit, et même le devoir de rappeler un article des statuts qui n'avait pas actuellement d'application.

Il est ensuite procédé aux élections des Membres du Bureau et du Comité pour l'Exercice 1899, qui donnent les résultats suivants :

## BUREAU

*Président :* M. DUMONT, G.

| *Vice-Présidents :* | *Secrétaires :* |
|---|---|
| MM. CANET, G. | MM. JANNETTAZ, P. |
| BADOIS, E. | SOREAU, R. |
| BAUDRY, Ch. | COURTOIS, G. |
| MESUREUR, J. | PÉRISSÉ, L. |

*Trésorier :* M. DE CHASSELOUP-LAUBAT, L.

## COMITÉ

| | |
|---|---|
| MM. ROGER, P. | MM. BIVER, A. |
| COURIOT, H. | LANGLOIS, M.-L. |
| HONORÉ, F. | PETIT, G. |
| MALLET, A. | ARBEL, P. |
| BOUGENAUX, E. | BAIGNÈRES, G. |
| RICHOU, G. | BERT, E. |
| HILLAIRET, A. | LAVEZZARI, A. |
| SALOMON, L. | PÉRIGNON, E. |
| MOREAU, Aug. | SIMON, E. |
| FREMONT, Ch. | SARTIAUX, E. |
| COISEAU, L. | CHEVALIER, H. |
| REYNAUD, G. | GASSAUD, P. |

**La séance est levée à 11 heures et demie.**

*Le Secrétaire,*
P. JANNETTAZ.

Digitized by Google

# NOTES

SUR LA

# CONSTRUCTION DU CHEMIN DE FER

## DE SFAX A GAFSA

PAR

M. L. REY

---

On exploite depuis longtemps des phosphates de chaux en Algérie, dans le département de Constantine, près de la frontière de la Tunisie. Les exploitations sont concentrées près de Tébessa, mais les gisements se poursuivent bien au delà du côté de l'Est et on les retrouve sur presque toute la surface de la Régence.

En certains points la richesse des couches est comparable à celle des meilleurs gisements algériens; c'est ce qui arrive notamment dans le massif tunisien comprenant les Djebel Zitoun, Zimra, Alima, Seldja, Metlaoui et Stah, où se trouvent des couches d'une exploitation facile dont la concession a été donnée à une Compagnie Française en même temps que celle d'un chemin de fer devant permettre d'amener ses produits à un port de mer.

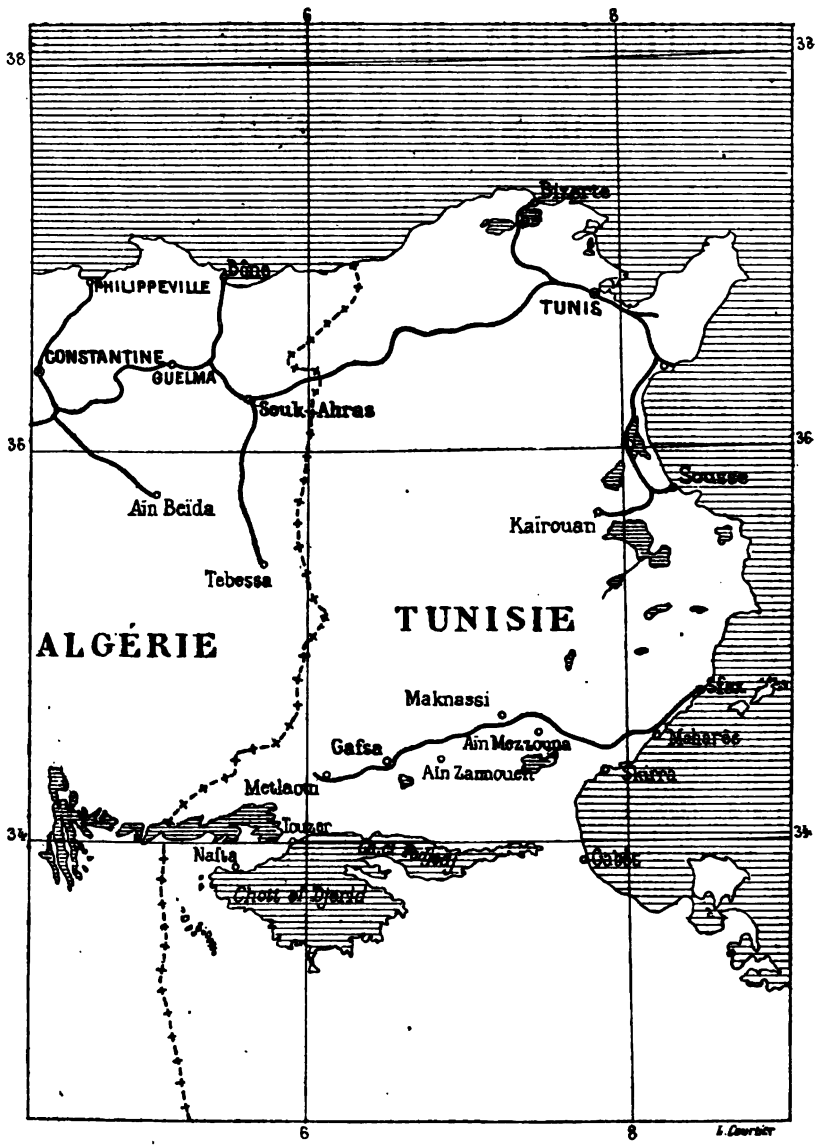
La Société s'est constituée sous la dénomination de Compagnie des Phosphates et du Chemin de fer de Gafsa en février 1897. Elle s'est mise immédiatement à l'œuvre avec l'intention de pousser les travaux aussi rapidement que possible de façon à diminuer la période pendant laquelle un capital relativement considérable devait rester improductif et à permettre à la mine d'entrer en activité à bref délai.

Le choix de la tête de ligne sur le littoral avait donné lieu, avant la concession, à quelques hésitations. Gabès, la Skira et Sfax présentaient chacun des avantages; mais les deux premiers points n'ayant que des ports où les navires d'un faible tonnage avaient seuls accès, tandis qu'à Sfax on en construisait un pouvant permettre aux gros navires de venir à quai, le choix de cette dernière ville s'imposait, bien que le tracé du chemin de

Digitized by Google

fer dût être un peu plus long que si on avait choisi l'un des deux autres ports.

Le point de départ, les gisements à exploiter, et le point d'ar-




rivée, le port de Sfax, étant fixés, il fallait déterminer le tracé de la ligne ferrée qui devait les réunir.

Un voyage de reconnaissance, en 1895, avait permis de déter-

Digitized by Google

miner la direction générale à suivre, et un avant-projet du tracé fait en adoptant une largeur de voie d'un mètre avait démontré la possibilité de réaliser un profil satisfaisant dont les rampes dans le sens du trafic, Mine-Sfax, ne dépasseraient pas 8 *mm*, les rampes dans l'autre sens atteignant 15 *mm* au maximum.

Les courbes pouvaient être exécutées avec un rayon minimum de 200 *m*.

Ces conditions étaient favorables pour l'exploitation d'une ligne dont le seul trafic important doit consister dans le transport des phosphates de la mine à la mer, le pays traversé ne produisant presque rien et aucun centre de population ne se trouvant sur le parcours en dehors de Maharès et de Gafsa, dont l'importance est d'ailleurs assez faible.

Le tracé adopté part du quai nord de Sfax, contourne la ville sur près de deux tiers de sa circonférence en traversant le cimetière musulman, qui s'étend sur une assez grande largeur en dehors des murailles, puis il suit la même direction que la route de Maharès jusqu'aux abords de ce village en restant très rapproché de la mer, mais en se tenant cependant partout à une distance de plus de 5 *km* des fonds de mer de 10 *m* pour satisfaire aux exigences du Ministère de la Guerre.

A partir de Maharès la ligne s'enfonce dans les terres en montant faiblement jusqu'au kilomètre 83 où la cote d'altitude est de 56 *m* environ ; puis les rampes s'accentuent, et au kilomètre 155 on arrive à un plateau ayant 17 *km* de longueur environ et sur lequel les altitudes varient de 400 à 420 *m*.

De ce plateau la ligne descend jusqu'à l'Oued Mélah, au kilomètre 232 et à l'altitude de 150 *m*, en passant près de l'oasis de Gafsa (kilomètre 207, altitude 300 *m*) pour remonter ensuite jusqu'à l'Oued Metlaoui (kilomètre 242, altitude, 195 *m*) où commence l'embranchement qui pénètre dans la mine.

Sur tout le parcours de la ligne, à l'exception des abords de Sfax, de Maharès et de Gafsa, le pays traversé est absolument dénué de végétation arborescente ; on ne rencontre que des touffes de tamarins et de jujubiers qui trouvent le moyen de vivre sur ces terrains arides, grâce à un système de racines très puissant et très développé qui va chercher dans le sol à de grandes distances et à de grandes profondeurs le peu d'eau qu'il contient.

Le système hydrologique du pays est des plus simples. D'assez nombreux cours d'eau, des oueds, coupent le pays, mais ils sont

Digitized by Google

constamment à sec ; l'eau n'y coule que pendant quelques heures à la suite d'orages peu fréquents, mais assez violents, disparaît en humectant la couche perméable qui se trouve au-dessus d'un banc d'argile existant à une profondeur variable sur presque toute l'étendue du pays. Les pluies ordinaires sont directement absorbées par cette couche. Il résulte de cette constitution géologique qu'on peut, en creusant des puits, obtenir assez souvent de l'eau, mais la quantité est presque toujours faible et la qualité détestable, à cause de la nature des matières solubles contenues dans les couches traversées.

Sur presque toute la longueur de la ligne le terrain est argilo-sablonneux ; sur une faible partie on rencontre du sable formant des dunes à peu près fixées et très exceptionnellement on trouve du rocher, Dans la terre argilo-sableuse les talus se tiennent assez bien tant que le temps est sec ; mais la moindre pluie occasionne des érosions et produit des ravinements qui menaceraient la sécurité de la voie sur les remblais si on n'y remédiait promptement par le rétablissement du profil transversal.

Dans les parties sablonneuses, c'est pendant les périodes de vent qu'on a le désagrément de voir les cuvettes rapidement comblées et la voie envahie par le sable fin que soulève le moindre courant d'air et qui s'accumule contre tout obstacle qu'il rentre, les rails par exemple.

Dans ces conditions il fallait limiter, autant que possible, la hauteur des remblais ainsi que la profondeur des tranchées et dans les études définitives on s'est attaché à obtenir ce résultat.

Les nombreuses dépressions de terrains rencontrées par le tracé ainsi que les oueds à traverser devaient nécessiter la construction d'un assez grand nombre de travaux d'art.

On en a diminué l'importance en passant les oueds dans les endroits où les érosions étaient le moins à craindre même au prix d'un certain allongement du tracé.

Le seul ouvrage important est le pont sur l'oued Baïech, près de Gafsa, dont la longueur entre les culées atteint 319,75 *m*.

Après avoir donné une description succincte de la ligne projetée, je vais donner quelques indications sur les moyens d'exécution employés.

Les terrassements ont été effectués par des ouvriers indigènes auxquels sont venus se joindre, en assez grand nombre, des ouvriers étrangers, tant Européens qu'Africains. et, parmi ces derniers, beaucoup de nègres de l'intérieur.

Digitized by Google

Les terrains traversés par la ligne ayant en général une très faible valeur, on a pu exécuter la plupart des remblais au moyen de chambres d'emprunt, et pour les tranchées on a mis les terres en cavalier afin de diminuer autant que possible la distance des transports.

Les ouvrages d'art ont été faits, dans la majorité des cas, avec tabliers métalliques afin de réduire au minimum le cube des maçonneries à exécuter, le manque d'eau étant un des grands obstacles qu'on rencontre dans les régions traversées.

On a dû assez souvent aller chercher de l'eau à plusieurs kilomètres de distance pour pouvoir faire les mortiers, et cet élément, dont on néglige la valeur dans presque tous les pays, entre pour une part assez grande dans le prix de revient des maçonneries faites sur la ligne en question.

Pour la même raison, on a étendu, autant que possible, l'usage des buses en ciment qui étaient fabriquées à Sfax et qu'on transportait à pied d'œuvre aussitôt que l'avancement de la pose de la voie le permettait.

La constitution de la voie proprement dite a été l'objet d'une étude approfondie. Il s'agissait, en effet, d'avoir une voie solide pouvant supporter le passage de trains lourdement chargés sur tout le parcours et descendant les pentes assez accentuées avec des vitesses un peu grandes.

On a adopté le rail à patins de 25 *kg*, le mètre courant posé sur des traverses métalliques.

Les rails en acier ont 10 *m* de longueur, et ils reposent sur 12 traverses dont le plus grand espacement est de 0,895 *m*, l'écartement des traverses de joint étant de 0,500 *m*.

Les éclisses ont une longueur telle que les talons dont elles sont munies viennent buter sur les crapauds des traverses de joint. Le cheminement des rails est ainsi empêché par la résistance qu'opposent ces traverses, à tout mouvement longitudinal de la voie.

Les traverses métalliques ont une section trapézoïdale; elles pèsent 35 *kg* chacune et ont une longueur de 1,750 *m*.

Leurs extrémités sont fermées par un aplatissement des bouts qui produit une surlargeur sensible augmentant la surface de contact avec le ballast; elles présentent une grande résistance tant au déplacement longitudinal, qu'au déplacement transversal et avec un ballast convenable la voie est d'une très grande stabilité.

Digitized by Google

Les traverses métalliques ont été adoptées bien que leur prix d'acquisition soit très sensiblement supérieur à celui des traverses en bois; mais si on tient compte de la durée respective des deux natures de matériaux, on trouve une économie sérieuse dans l'emploi du métal étant donnée la rapide détérioration des bois dans les pays comme ceux traversés par la ligne de Sfax à Gafsa, où la température à l'ombre dépasse souvent 45°.

Les bois soumis à ces hautes températures se fendillent, se déforment; ils perdent rapidement leur résistance et deviennent très combustibles. On voit alors des traverses s'enflammer au contact des escarbilles tombant de la grille de la locomotive, ou bien se consumer sans flammes, comme de l'amadou, en se creusant à de grandes distances du point d'origine de l'ignition.

Dans ces conditions, la surveillance de la voie est difficile et l'entretien coûteux; encore n'est-on jamais bien sûr que toutes les traverses défectueuses ont été changées en temps utile, ce qui amène une tendance à faire des remplacements prématurés, partant onéreux.

L'adoption du métal était donc tout indiqué dans le cas qui nous occupe.

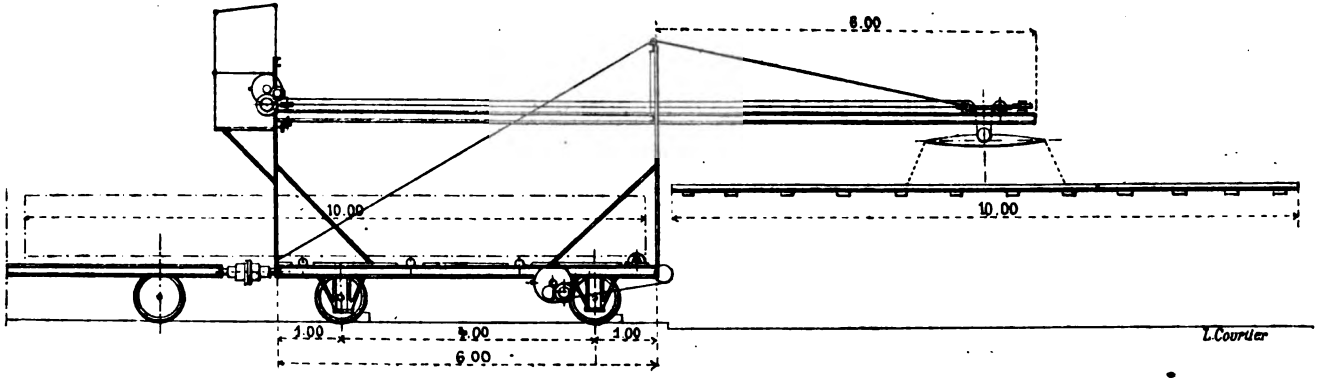
Les rails sont fixés sur les traverses au moyen de crapauds et de boulons du genre de ceux employés au chemin de fer du Saint-Gothard; des rondelles Grover sont placées sous tous les écrous.

Nous avons dit plus haut que la Compagnie concessionnaire avait décidé de conduire les travaux de façon à obtenir une construction de la ligne aussi rapide que possible.

Le problème était plus facile à poser qu'à résoudre dans une région dépourvue de toutes ressources, tant au point de vue des moyens de transport qu'à celui de l'alimentation des nombreux agents et ouvriers à employer. En effet, en dehors de la partie de la route de Tunis à Gabès comprise entre Sfax et Maharès, il n'existe sur tout le parcours que des pistes pour caravanes, et, d'autre part, l'eau, à peu près potable, ne se trouve qu'en un très petit nombre de points, très éloignés du tracé. Partout ailleurs, quand il y en a, elle est tellement saumâtre que les animaux eux-mêmes refusent de la boire.

Dans ces conditions il était impossible d'ouvrir plusieurs chantiers de pose à la fois et il fallait absolument procéder par cheminement en partant de Sfax, où se concentraient facilement tous les approvisionnements et en marchant toujours devant soi.

Digitized by Google




Digitized by Google

Mais ce mode d'opérer ne pouvait être rapide qu'à la condition d'employer des moyens mécaniques pour la pose de la voie.

C'est ce qu'a fait l'Entreprise générale des travaux de la manière que je vais indiquer.

Les travaux de terrassements étant tenus toujours en avance de quelques kilomètres, on amène à l'extrémité de la voie, déjà posée, derrière un appareil spécial appelé wagon poseur, un train composé de wagons portant des travées de voie reposant sur des galets dont sont munis les planchers de ces wagons.

Ces travées sont formées de deux rails et des 12 traverses fixées à leur place respective. Elles sont préparées dans un chantier au point d'origine de la voie, à Sfax.

Le wagon poseur, qui reste constamment à l'avancement, porte des galets sur son plancher comme les autres wagons amenant les travées de voie. Il est surmonté d'un chemin de roulement sur lequel circule un chariot portant un fléau suspendu à une chaîne dont l'autre extrémité aboutit à un treuil manœuvré par des hommes placés dans une guérite à l'extrémité du chemin de roulement côté Sfax.

L'autre extrémité est en porte-à-faux sur le wagon d'un peu plus d'une demi-longueur de travée de voie, soit 6 *m* environ.

Lorsque le train arrivant de Sfax est refoulé sur le wagon poseur, on fait passer sur ce dernier, au moyen d'un treuil dont il est muni, le chargement du premier wagon de transport ; à l'aide du chariot roulant, la première travée de voie supérieure est soulevée, puis transportée dans le sens de la voie jusqu'à l'extrémité du chemin de roulement et descendue presque au niveau de la plate-forme.

A ce moment, des manœuvres saisissent l'extrémité de la travée, la font coïncider avec celle de la partie de la voie sur laquelle se trouve le wagon poseur pendant que d'autres guident, dans la direction qu'elle doit occuper, la travée que le wagon poseur descend définitivement sur la plate-forme.

Pendant qu'on la décroche et que le chariot revient à sa place primitive pour recommencer les mêmes opérations avec la seconde travée, on place les éclisses qui relient la première avec la voie antérieurement posée et on fait avancer d'une longueur de rail, soit 10 *m*, le wagon poseur ainsi que tout le train qui le suit. Quand le wagon poseur a épuisé le nombre de travées de voie qui lui avait été amené, on fait arriver par une seconde manœuvre de treuil le chargement du deuxième wagon de trans-

Digitized by Google

port, et l'opération se continue ainsi jusqu'à ce que le chargement du dernier wagon du train d'approvisionnement soit mis en place.

Ce dernier se retire alors laissant le wagon poseur à l'avancement et un autre train d'approvisionnement vient remplacer le précédent.

Avec ce système on est arrivé à poser facilement 800 *m* de voie dans une journée de travail et, on est allé, certains jours, jusqu'à 1 600 *m* et même jusqu'à 1 800 *m*.

L'avancement n'a pas été constant, parce que différentes causes ont empêché de conserver l'allure normale ; la mise en place des tabliers métalliques des ponts, notamment, arrêtait la pose de la voie assez fréquemment.

Grâce à l'emploi de ce sytème ingénieux, la pose de la voie, qui a été commencée le 7 décembre 1897, dans les conditions de climat et de milieu peu favorables que je vous ai indiquées, se trouvait au kilomètre 205, le 19 septembre 1898.

Cela fait donc un avancement mensuel moyen de 20 *km* et, en comptant vingt-cinq jours de travail utile par mois, un avancecement journalier moyen de 800 *m*, chiffre cité plus haut.

Au kilomètre 205, se trouve le grand pont sur l'Oued Baïech, dont il a fallu mettre en place les tabliers métalliques avant de poursuivre la pose de la voie.

Cet ouvrage se compose de vingt-quatre travées de 8 *m* et de de six travées de 15 *m*, la distance entre le nu des culées étant de 319,75 *m*.

Pour la mise en place rapide de ce grand nombre de tabliers métalliques, on a fait un remblai transversal au lit de l'oued et tout contre les piles, du côté aval, en relevant simplement les sables du lit.

Sur ce remblai, on a posé une voie provisoire raccordée à la voie générale du côté de Sfax, à une hauteur telle qu'il n'y avait plus qu'à riper les tabliers amenés par wagons sur les piles correspondantes au droit desquelles les wagons avaient été arrêtés.

Les tabliers métalliques ayant été assemblés et montés sur le chantier de Sfax, il n'y avait plus qu'à les fixer sur leurs appuis.

La mise en place des trente tabliers métalliques composant le pont du Baïech n'a nécessité qu'un petit nombre de jours, et la dépense a été peu considérable, la faible hauteur des piles ayant réduit à peu de chose celle du remblai de la voie provisoire et les terres nécessaires s'étant trouvées à pied d'œuvre.

Digitized by Google

Les travaux, dont je viens de vous donner une description très sommaire, étaient d'autant plus difficiles à conduire que les différents chantiers, et notamment, celui de la pose de la voie n'étaient en communication avec Sfax, point de départ unique et centre de tous les approvisionnements, qu'au moyen des trains de travaux sur la partie où la voie était posée et de cavaliers-estafettes sur la partie au delà.

La pose de la ligne téléphonique destinée à l'exploitation du chemin de fer n'a pu, en effet, suivre les travaux, et on s'est trouvé, à un moment donné, avec des chantiers situés à plus de 100 *km* de distance du dernier poste téléphonique posé.

Il est résulté de ces conditions défavorables des pertes de temps sérieuses, et des difficultés qui auraient pu être atténuées, dans une large mesure, si l'Administration des Postes et Télégraphes, qui a le monopole de la pose des lignes télégraphiques et téléphoniques dans la Régence, comme en France, n'avait pas pris un souci peut-être exagéré du bien-être de son personnel, qu'elle n'a pas voulu exposer aux effets des fortes chaleurs de l'été, alors que la Compagnie et l'Entreprise générale des travaux avaient près d'un millier d'agents et d'ouvriers sur le terrain.

Comme il a été dit plus haut, une des grandes difficultés, non seulement pour la construction de la ligne mais pour son exploitation, était la pénurie, on pourrait même dire l'absence, d'eau convenable pour l'alimentation du personnel et celle des locotives.

Les eaux rencontrées sur le tracé de la ligne, et dans une zone très étendue à droite et à gauche, sont toutes de mauvaise qualité, à quelques rares exceptions près.

Elles contiennent à la fois des carbonates, des sulfates et des chlorures de chaux, de magnésie et de sodium, en quantités telles, que le résidu sec a atteint, dans quelques analyses préparatoires qui ont été faites, jusqu'à 14 grammes par litre.

Il a donc fallu faire des transports d'eau potable très importants, pendant toute la durée des travaux, pour l'alimentation des chantiers, et pour celle des locomotives.

Avec de telles eaux, il était impossible d'alimenter les chaudières des locomotives devant faire le service d'exploitation, sans s'exposer à de graves inconvénients, et à des dépenses d'entretien excessivement onéreuses.

L'épuration préalable était donc une chose très désirable, mais les moyens connus jusqu'à présent pour l'obtenir, soit qu'il aient

Digitized by Google

été mal déterminés, soit qu'ils aient été mal employés, n'ont pas donné de bons résultats avec la qualité des eaux rencontrées.

Sans se laisser décourager par ces résultats peu satisfaisants, la Compagnie a remis la question à l'étude, et, grâce au concours précieux de notre collègue M. Derennes, chef du service du laboratoire à la Compagnie du Nord, on est arrivé à améliorer condérablement la qualité des eaux dont on pouvait disposer. Si l'expérience en grand confirme, comme on l'espère, les résultats que quelques mois seulement d'application partielle ont donnés, une des plus grandes difficultés prévues pour l'exploitation aura disparu. Au point de vue de la quantité, le problème a été résolu soit en creusant sur les bords de certains oueds, des puits avec galeries pour en augmenter le débit, soit en allant chercher l'eau à des distances atteignant 7 000 et 8 000 *m*.

Dans le mois courant, la pose de la voie sera arrivée au point terminus, Metlaoui, où on commencera l'embranchement pénétrant dans la mine.

On aura donc mis sensiblement un an, pour poser 243 *km* de voie, et moins de 23 mois pour étudier et pour construire le chemin de fer, puisque la constitution de la Société date du 8 février 1897.

C'est là un résultat remarquable, étant données sur tout les circonstances particulières de climat et de difficultés d'approvisionnement dans lesquelles on se trouvait.

Il n'a pu être obtenu que grâce au bienveillant concours de l'Administration supérieure du Protectorat, et notamment de la Direction générale des Travaux Publics, qui a toujours facilité la tâche de la Compagnie, en réduisant au minimum, quand il n'était pas possible de les supprimer entièrement, les formalités toujours longues et bien souvent inutiles auxquelles sont soumises, dans d'autres pays, des entreprises analogues à celle que je viens de décrire.

Digitized by Google

# INTERRUPTEURS ÉLECTRIQUES

DES

# TRANSFORMATEURS A HAUTE TENSION

## POUR COURANTS CONTINUS

PAR

M. O. ROCHEFORT

---

Les transformateurs électriques à haute tension, qui marchent sur courant continu, sont basés sur les phénomènes de l'induction. Ils sont formés d'un noyau de fer doux, entouré d'un gros fil de cuivre conducteur, dont les spires sont isolées. Cette bobine à âme de fer est allongée, elle forme l'inducteur ou le primaire, et à chaque passage du courant le faisceau de fer doux est aimanté. On entoure l'inducteur tout entier d'une gaine isolante et on enfile dans la région milieu, une ou plusieurs galettes de fil très fin, de 10/100 à 20/100 de millimètres de diamètre, dont les spires sont isolées les unes des autres.

Ces galettes forment l'induit ou le secondaire. J'ai donné ici, le 5 novembre 1897, la description de notre transformateur.

L'interruption brusque d'un courant qui passe dans le primaire, développe, dans le secondaire, un courant de même sens qu'on recueille ; le voltage ou tension du secondaire est fonction du nombre de spires qu'il possède, et croit avec ce nombre de spires ; la quantité en ampérage du courant secondaire est très faible.

Par exemple, un de nos transformateurs demandera 18 volts et 4 ampères au primaire et l'étincelle de 0,50 *m*, produite au secondaire, représente 500 000 volts au moins (on compte 1 000 volts par centimètre d'étincelle), avec un ampérage infime non mesurable dans l'état actuel de la science.

C'est pour produire les interruptions brusques de ce courant primaire, que des interrupteurs spéciaux ont été combinés. Il en existe bien des modèles.

Le problème est en somme difficile à résoudre. La rupture

Digitized by Google

brusque du contact, s'accompagne d'une forte étincelle, due a un effet électrique du courant parcourant les spires du primaire, effet connu sous le nom de self-induction. Pour diminuer cette étincelle, on place un condensateur à cheval sur l'interrupteur. Il se compose de deux feuilles métalliques, isolées l'une de l'autre et très voisines, qui forment comme un épanouissement des pointes et emmagasinent, comme une bouteille de Leyde, une charge qu'elles rendent au primaire au contact suivant; elles forment une sorte de bélier électrique. Les feuilles repliées dans une boîte, ont une surface totale de plusieurs mètres carrés.

Le contact lui-même peut être à l'air ou dans un isolant liquide. A l'air libre, il n'y a guère que la platine qui se volatilise assez peu, à la haute température de l'étincelle, pour pouvoir durer un certain temps.

Les interrupteurs platine sur platine, servent pour les faibles intensités. Ils emploient l'alimentation du faisceau primaire lui-même comme moteur. Rhumkorff a employé le premier ces interrupteurs.

Les contacts métalliques dans un isolant liquide peuvent être :

1° Cuivre rouge, nickel ou fer, plongeant dans du mercure; on surmonte le mercure de pétrole; eau distillée; mélange d'eau distillée et d'alcool; alcool; eau et alcool; eau et glycérine; alcool, eau et glycérine.

2° Métal solide sur métal solide, en général, cuivre sur cuivre dans du pétrole.

Pour les interrupteurs à tige plongeant dans du mercure, les conditions à remplir sont les suivantes :

1° Mouvement de la tige pouvant se régler de 100 à 1 200 plongées à la minute, le nombre de 1 200 pouvant aller avec avantage jusqu'à 3 000.

2° Permettre de régler l'amplitude du mouvement. Les grandes tensions exigeant une hauteur plus grande pour couper l'arc.

3° Règlement en marche de la profondeur de la plongée de la tige dans le mercure. — C'est le règlement de profondeur de la plongée qui permet au courant de s'établir plus ou moins dans la durée d'une oscillation; ainsi se gradue le nombre d'ampères qui passe au primaire et par suite la puissance du secondaire pour un voltage donné.

4° Il faut que la tige se meuve d'un mouvement rectiligne pour pouvoir obtenir de grandes vitesses. Le trembleur à mercure de Foucault qui utilisait un moteur analogue à celui des sonnettes



Digitized by Google

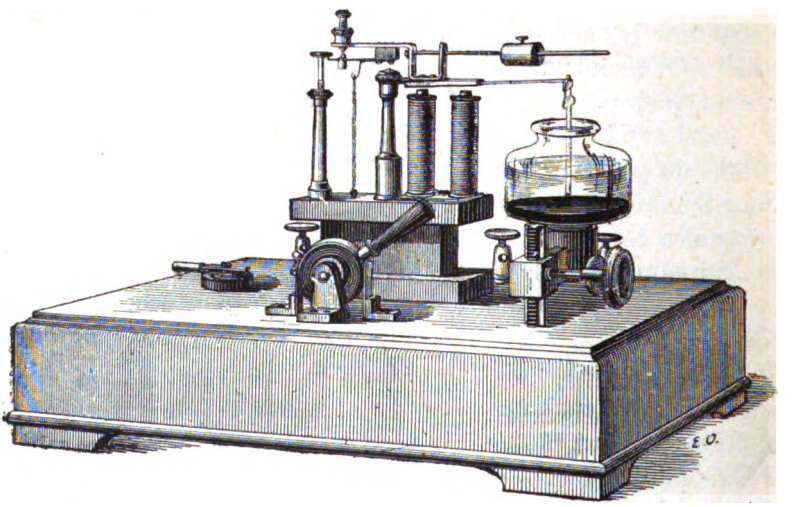
électriques, ne remplissait pas cette dernière condition, aussi sa vitesse était fort limitée. La tige plongeante se mouvait sur un arc de cercle dont elle avait la forme, le centre de rotation était à peu près sur le plan supérieur du mercure.

La tige plongeante entrait et sortait normalement à cette surface; malgré cela la tige avait un mouvement de pelle et lançait le mercure aux grandes vitesses, ainsi que le liquide isolant surmontant.

5° Faible consommation électrique. — Les deux interrupteurs à mercure que je construis remplissent ces cinq conditions.

## 1° Interrupteur rotatif à mercure

Dans cet interrupteur, le mouvement vertical de la tige est obtenu au moyen d'un petit moteur électrique, bas et stable. Une bielle en aluminium commandée par le plateau manivelle ou moteur, attaque une traverse en aluminium. A l'extrémité de cette traverse la tige en cuivre est fixée par une vis molettée de pression.



INTERRUPTEUR OSCILLANT A MOUVEMENT RECTILIGNE, PAR GUIDE LIQUIDE

Système Wydts-Rochefort Breveté S.G.D.G.

Un rhéostat à plots et manette fixé sur le socle en ardoise et dont les résistances sont en dessous, permet de régler en marche

Digitized by Google

la vitesse de rotation du moteur et par suite le nombre de plongées par minute, qui peut varier de 100 à 14.000.

Le plateau-manivelle porte des trous filetés permettant de visser plus ou moins près du centre le bouton-manivelle et faire ainsi varier la course de 1 *cm* à 2,5 *cm*.

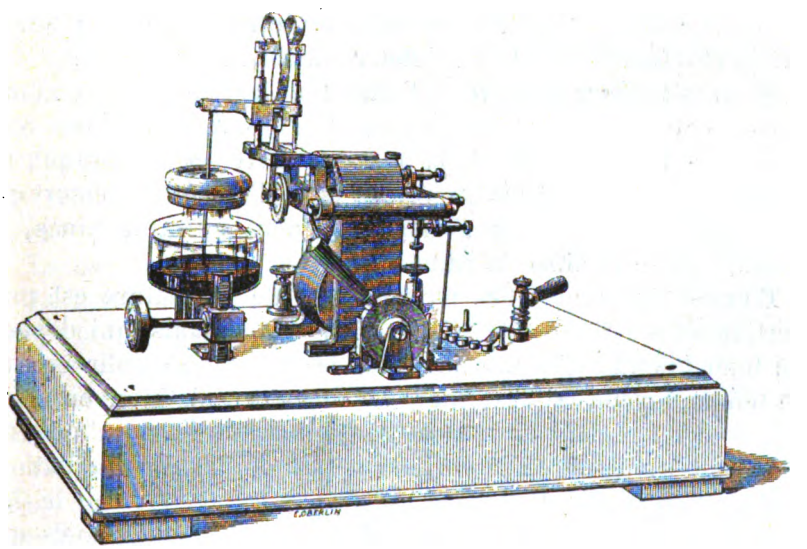
Le godet contenant le mercure surmonté de pétrole est muni d'une crémaillère commandée par un bouton isolé. On peut, en marche, en faisant monter ce godet plus ou moins, faire passer plus ou moins de courant dans le primaire.

Le mouvement de la tige est parallèle aux glissières et, comme elles, rigoureusement vertical et rectiligne.

La consommation est d'environ 0 ampère 8, sous 6 volts.

### 2° Interrupteur à mouvement rectiligne par guide liquide

Cet interrupteur est du genre Foucault, il permet d'obtenir avec une course dépassant 1,50 *cm*, des interruptions qui peuvent aller jusqu'à 1 500 par minute.



Le mouvement de la tige dans le liquide (mercure surmonté de pétrole), est un mouvement vertical, et la tige étant guidée par le liquide lui-même, ne donne pas d'à-coups à ce liquide, ce qui empêche des projections qui se produiraient toujours, si une

Digitized by Google

tige guidée extérieurement montait et descendait dans un liquide à ces vitesses.

Le trembleur se compose de deux parties :

La partie motrice et la partie utilisant les mouvements pour les interruptions et passage du courant primaire.

La partie motrice se compose d'un électro-aimant vertical, au-dessus duquel une armature de fer doux peut osciller ; elle est reliée à une colonne verticale par un ressort plat.

Au-dessus de l'armature est fixé un support en cuivre, qui forme, à gauche de la figure, une pince avec une lame de ressort fixé au-dessous par l'intermédiaire d'un isolant.

La pince serre l'un contre l'autre deux contacts en platine. A la partie supérieure d'une petite colonne, est une vis molettée en cuivre à grande hauteur de filets, au-dessous de la tête de laquelle le ressort de la pince vient buter ; l'extrémité de la partie en cuivre peut passer devant le bouton molette sans le toucher.

Les connexions pour le moteur sont les suivantes :

Le courant passe par la colonne centrale, puis par le support, les deux contacts en platine et enfin par le ressort de la pince et un conducteur, il se rend à l'électro-aimant et à la source.

Si on fait passer le courant, l'attraction fait baisser l'armature, mais à cette position basse le ressort inférieur de la pince rencontre le bouton molette, la pince s'ouvre et le courant ne passant plus, l'armature se relève (sous l'action du ressort qui la supporte), le contact s'établit de nouveau à la pince, le courant passe et ainsi de suite.

Comme l'amplitude des mouvements de l'armature est proportionnelle à l'intensité d'attraction des aimants qui dépend du temps pendant lequel on laisse le courant s'établir et que ce temps dépend de la durée de contact des platines, on comprend qu'en réglant en marche la hauteur du bouton molette, on puisse à volonté faire varier l'amplitude de cette oscillation.

Pour faire varier la vitesse, il suffit de faire varier sur la tige ronde fixée au-dessus de l'armature la position du poids qui glisse sur elle. En enlevant ce poids, les oscillations deviennent extrêmement rapides (27 par seconde).

Nous pourrons donc régler le nombre des oscillations et régler en marche l'amplitude de ces oscillations.

Dans les Foucault, où la tige oscillante recourbée, pénètre et

Digitized by Google

sort alternativement du mercure, il se produit, même si l'on a soin de placer le niveau du mercure sur le rayon médian de l'arc d'oscillation, un mouvement de pelle qui fait sauter le liquide et les empêche d'aller à grandes vitesses.

Le problème cherché est en somme le problème de Watt (transformation d'un mouvement sur un arc circulaire en un mouvement rigoureusement rectiligne).

Ce problème a été résolu très simplement par la découverte d'une propriété nouvelle de l'inertie d'une tige, légèrement aplatie, plongée dans un liquide. Si, en effet, on réunit l'extrémité supérieure d'une telle tige, à l'extrémité de la tige oscillante, au moyen d'un flexible (formé de plusieurs feuilles de clinquant par exemple), et que la tige oscillante soit animée d'une certaine rapidité, la tige guidée par le liquide, se déplacera rigoureusement dans le plan qui passera par le milieu de la flèche de l'arc d'oscillation.

Le flexible prendra des formes appropriées pour permettre ce mouvement, et certains de ces points décrivent la *Lemniscate de Watt*. La tige oscillante se fixe à l'extrémité et dans le prolongement de l'armature dont nous venons de parler tout à l'heure.

Le godet dans lequel se trouve le mercure et le pétrole, est muni à la partie inférieure d'une crémaillère qui permet de le lever en marche pour laisser au courant primaire le temps d'établissement désiré.

Les feuilles de clinquant sont tenues par deux petites pinces, ces feuilles de clinquant n'éprouvent aucune usure dans ces mouvements de torsion qui sont de très faible amplitude.

La tige plongeante, légèrement aplatie, est en cuivre rouge.

Le mouvement de la tige dans son guide liquide est extrêmement doux, et aucune projection ne se produit, si rapides que soient les oscillations, par le fait même de ces oscillations.

Le trembleur ainsi construit ne dépense pour sa marche que 3/10 d'ampère sous 6 volts.

Cet interrupteur peut se placer sur le secteur, au moyen d'une disposition imaginée par le constructeur et qui consiste à prendre des dérivations sur le rhéostat du primaire — dérivations qu'on peut changer pendant la marche — ce qui donne un règlement en marche de la vitesse du trembleur.

Il peut fonctionner avec n'importe quel voltage, par suite de la possibilité de réduire à volonté le temps du passage du courant dans les bobines de l'électro.

Digitized by Google

### Interrupteur rotatif à contact métallique. Cuivre sur cuivre.

Le moteur est le même que précédemment et est muni du même rhéostat. Un contact en cuivre rouge est vissé à l'extrémité d'une tige d'acier verticale. Un ressort à boudin fait effort au repos pour donner le contact. La tige est guidée par deux glissières fixes. Un canon mobile commandé par la bielle du moteur glisse le long de la tige et vient rencontrer un arrêt circulaire fixé à cette tige.

La durée du contact pendant le temps d'une rotation est réglée à volonté en faisant monter le godet qui porte la plaque de cuivre rouge sur laquelle pose l'extrémité de la tige. On comprend que plus le godet sera levé, plus l'arrêt circulaire sera haut et l'élévation de la tige par le canon mobile sera faible.

La plaque contact du godet peut se déplacer, ce qui permet d'employer successivement toute sa surface et de la changer après l'usure.

Le contact de la tige se remplace de même très facilement en le dévissant.

## TRANSFORMATEURS

J'ai présenté à la Société des Ingénieurs Civils, le 5 novembre 1897, un nouveau transformateur ; j'en ai construit un type plus puissant que je vais faire fonctionner devant vous, donnant 50 *cm* d'étincelle avec 12 volts, 6 ampères. De plus, j'ai trouvé que nos transformateurs à un seul enroulement ou à plusieurs enroulements, montés en quantité, jouissent de propriétés particulières.

Pour faciliter le langage, nous appellerons tension positive ou tension négative, la tension aux bornes donnant un flux correspondant, et nous supposerons cette tension mesurée par la longueur de l'étincelle tirée par l'opérateur à la terre.

1° Si un observateur relié à la terre tire des étincelles successivement des deux pôles, le pôle correspondant au point de départ de l'enroulement voisin du primaire donne une étincelle qui a environ le dixième de la longueur de l'étincelle qu'il obtient à l'autre pôle secondaire.

2° La grande tension est positive ou négative à volonté, sui-

Digitized by Google

vant le sens de l'arrivée du courant du primaire du transformateur. La différence des tensions est un peu plus grande si la grande tension est positive.

3° Si on relie la petite tension à la terre, la tension à l'autre pôle augmente, et l'étincelle produite entre les deux pôles secondaires a la même longueur que si la réunion à la terre n'avait pas eu lieu. Cette étincelle paraît même gagner en intensité. Nous disons dans ce cas que le transformateur fonctionne unipolaire.

4° Dans un transformateur unipolaire, le primaire (aux environs du godet à mercure, par exemple), peut donner de petites étincelles gênantes; pour les faire cesser, il suffit de réunir le primaire lui-même à la terre, la borne à réunir à la terre est indifférente.

5° Si on place un tube de Crookes sur un transformateur unipolaire, il fonctionnera avec un de ses pôles à la terre, et l'autre au pôle à tension du transformateur.

Ceci permet l'*endodiascopie* avec ce genre de transformateur.

Un tube de Crookes trop dur devient plus mou et donne des rayons X si on rend le transformateur unipolaire. Il semble qu'il conviendrait d'étudier un genre de tubes particuliers pour les unipolaires; le renforcement de l'étincelle visible ne donne pas une amélioration sensible dans la production des rayons X d'un tube normal.

Pour les unipolaires, le rendement est meilleur si on emploie des tubes à anode simple.

Il semble indifférent que ce soit l'anode ou la cathode qui soit à tension nulle au point de vue de la production des rayons X.

6° Le transformateur rendu unipolaire donne avec le résonnateur *Oudin*, des effluves plus courtes et plus puissantes que dans le cas de la non-réunion à la terre.

7° Si on relie le pôle à tension de l'unipolaire à une plaque métallique posée sur un tabouret isolant, on obtiendra sur cette plaque les mêmes effets que si elle était reliée à une machine statique munie d'un condensateur.

8° Les transformateurs dissymétriques peuvent s'accoupler : les primaires en tension ou quantité, et les secondaires en tension ou quantité. Nous n'avons encore fait ces essais que sur des accouplements de deux transformateurs et tout ce qui suit se rapporte à eux jusqu'à présent.

Digitized by Google

Les primaires en quantité donne les mêmes résultats qu'accouplés en tension ; ce dernier genre d'accouplement est plus simple et nous l'adopterons.

Le condensateur qui convient pour primaire à self-induction maximum convient pour l'ensemble des deux, accouplés en tension.

Un seul trembleur est nécessaire, il peut être placé indifféremment, avant, ou après, ou entre les deux primaires.

En gardant le même ampérage, il convient d'avoir le voltage, somme des voltages nécessaires à la bonne marche de chaque transformateur.

Pour relier en tension les deux secondaires il faut accoupler les primaires de telle façon que les deux pôles à grande tension soient de noms différents. Ceci fait, on reliera les deux pôles à petite tension et on obtiendra, entre les deux autres pôles, une étincelle sensiblement de longueur double de celle donnée par chaque transformateur (un peu moindre que le double cependant, les huit dixièmes environ).

Si les deux transformateurs sont rigoureusement semblables, la tension (tension telle que nous l'avons définie plus haut) est nulle aux pôles à petite tension reliés ; si on relie ces pôles à petite tension à la terre, rien n'est changé dans la marche des transformateurs.

Si les transformateurs sont différents, les pôles réunis gardent une tension, dont le nom est celui du pôle à grande tension du plus faible des deux transformateurs, il semble que le point O soit en un point du circuit intérieur du transformateur le plus puissant.

Cette constatation, au point de vue pratique, montre qu'il n'y a aucun danger de crevaison de deux transformateurs dissymétriques égaux accouplés en tension.

La tension du secondaire aux environs du primaire est pratiquement nulle et, ni étincelles ni effluves n'ont tendance à se produire entre ces deux pôles.

On pourrait croire que la tension O observée aux pôles à petite tension réunis est due à ce que les pôles sont près des primaires et ainsi pratiquement à la terre ; or, il n'en est rien.

En effet, si nous accouplons de la même manière deux transformateurs égaux, mais portant chacun deux bobines en tension, ce qui leur donne l'égalité de tension aux deux pôles et que nous fassions prudemment les mêmes essais, une étincelle sera

Digitized by Google

produite entre les deux pôles libres, la tension aux deux pôles réunis sera nulle comme précédemment.

Dans ce cas pourtant, les deux pôles réunis portent des spires aussi éloignées que les deux pôles libres. Ceci montre qu'il y aurait danger à accoupler en tension des transformateurs symétriques, une tension dangereuse se produisant certainement entre le primaire et le secondaire, au point milieu de l'enroulement de chaque transformateur, point qui est justement le plus près du primaire.

Si nous voulons accoupler des secondaires en quantité, il suffit d'accoupler les primaires entre eux de façon que les transformateurs aient le même nom aux pôles à basse et haute tension et réunir ces pôles de même nom deux à deux, l'étincelle produite entre deux pôles de nom contraire, est puissante, blanche, ramifiée et d'un aspect particulier. On peut réunir les pôles à basse tension à la terre.

Digitized by Google

# APPAREILS NOUVEAUX

POUR

# L'ESSAI DES MÉTAUX

## EMPLOYÉS DANS LES TRAVAUX PUBLICS

PAR

**Ch. FREMONT**

---

L'emploi des métaux utilisés dans les travaux publics nécessite la connaissance de leur résistance et des propriétés connexes ; limite d'élasticité, résistance maximum, résistance à la rupture, allongement permanent, allongement de striction etc., pour permettre à l'ingénieur de choisir parmi les nombreuses productions métallurgiques, celles qui conviennent le mieux pour atteindre le but proposé.

Ces divers renseignements sont donnés par le diagramme du travail obtenu dans l'essai de traction.

L'essai à la traction des échantillons divers des métaux, permet d'en effectuer la classification, mais, contrairement à l'opinion générale, il ne donne pas la mesure intégrale de la *qualité* d'un métal.

Aussi quand un ingénieur, étudiant un projet de construction, a choisi dans cette classification le métal qui répond aux conditions nécessaires pour atteindre le but qu'il se propose, il indique, en outre, dans le cahier des charges, des essais complémentaires pour la recette, afin de s'assurer de la qualité du métal.

Or, actuellement les ingénieurs sont très embarrassés pour déterminer ces essais complémentaires et même les conditions de traction ; il suffit de compulser la plupart des cahiers des charges pour s'en convaincre.

Et comme le faisait judicieusement remarquer un ingénieur distingué américain, M. Hunt, au congrès des Ingénieurs à Chicago en 1893, les méthodes d'essais en usage ont de nombreux inconvénients : « Le temps nécessaire et la dépense pour les

Digitized by Google

effectuer sont si considérables, que l'on fait les essais par traction, les analyses chimiques, et souvent les essais au choc en trop petit nombre pour découvrir le manque d'homogénéité du métal et y remédier. En outre, les différences des résultats peuvent être considérables, lorsqu'on prélève des éprouvettes en différents points du lingot, ou de toute autre pièce qu'il s'agit d'essayer, ou encore, dans le cas spécial des essais par traction, lorsqu'on modifie la vitesse, la grandeur de l'effort, ou le mode d'application des efforts, ou lorsque ceux-ci ne sont pas dans l'axe de l'éprouvette.

Il y a un autre inconvénient grave; il n'est pas inhérent aux procédés, il est vrai, mais il crée des ennuis sérieux, lorsqu'il s'agit d'élaborer et d'interpréter les spécifications relatives à l'acier pour constructions : on resserre tellement les limites dans lesquelles doivent rester les résultats, qu'on arrive à une exclusion excessive, et qu'il devient très difficile de trouver de l'acier convenant aux constructions.

Cet état de choses n'est pas seulement préjudiciable aux établissements métallurgiques, il mécontente les ateliers et les constructeurs. Souvent, des retards onéreux résultent du refus d'une livraison que le fabricant avait expédié avec confiance dans le délai stipulé, parce que le métal est un peu en dehors des limites étroites de la spécification, et cependant, dans bien des cas, l'inspecteur, l'établissement métallurgique, ou l'industriel chargé de fabriquer les pièces finies, n'ont pas le moindre doute que l'acier rebuté aurait rendu les mêmes services pour l'usage auquel il était destiné, qu'une grande partie des pièces acceptées et ayant donné des résultats d'essais répondant aux spécifications

Cette situation nuit beaucoup aux intérêts de l'Ingénieur qui élabore le cahier des charges, et, quelquefois aussi, à la qualité du métal qu'il emploie, car elle tend à faire douter les agents subalternes et les praticiens des usines et des ateliers, de l'utilité des spécifications et de la nécessité de s'y conformer loyalement, et à leur faire croire que l'ingénieur qui a rédigé le cahier des charges ne sait pas quel métal il lui faut en réalité. De plus, non seulement le métal rebuté coûte de l'argent, mais les pertes résultant des retards causés par les refus finissent par figurer dans les frais généraux de fabrication, et s'ajoutent aux estimations sur lesquelles on base les soumissions pour commandes ultérieures. Enfin, les essais de flexion, d'élargissement, ou autres épreuves de ductilité, ne donnent pas de résultats

Digitized by Google

numériques assez certains pour permettre la comparaison ni la rédaction exacte des clauses des spécifications ».

Les essais de recette sont généralement effectués à la forge, pour éviter le temps perdu et les frais de transports inutiles en cas de refus, mais ils ne le sont qu'à titre *provisoire*, car on sait que ces essais, exécutés rapidement et avec une grande habileté par les agents de la forge, n'ont pas la valeur qu'on voudrait leur attribuer.

Un refus pour mauvaise qualité du métal peut être déclaré pendant le cours de la fabrication chez le constructeur, et cela se voit assez souvent.

Enfin si un accident survient quand le travail est terminé, même après réception définitive, la responsabilité en incombe encore au constructeur, la cause fût-elle uniquement due à la qualité du métal ; la forge n'est tenue qu'à remplacer la barre ou la feuille rompue, ou à en rembourser la valeur ; la doctrine et la jurisprudence étant, paraît-il, unanimes à cet égard (Marcadé, Bédarride, etc.).

Il est donc indispensable que le constructeur puisse exécuter dans son atelier tous les essais nécessaires pour contrôler ceux qui ont été effectués dans les forges et aussi pour répéter ces essais sur toutes les pièces suspectes ou devant travailler dans des conditions spéciales. C'est pour répondre à ces besoins que j'ai étudié diverses machines :

1° Une machine pour essayer à la traction, les éprouvettes habituelles, et possédant divers avantages sur celles qui sont actuellement usitées ;

2° Des machines spéciales pour essayer sur des éprouvettes de dimensions réduites, par cisaillement, pliage et choc.

*Machine à essayer à la traction.* — Toute machine à essayer à la traction, d'une puissance un peu élevée, comporte nécessairement deux organes distincts : un organe de traction, un organe de mesure.

Dans la machine à essayer que j'ai conçue *(fig. 1)* je me suis attaché à réduire les frottements dans le travail pour permettre d'effectuer la traction nécessaire sans fatigue excessive pour l'ouvrier et dans un laps de temps relativement court.

Pour atteindre ce but, j'ai dû abandonner le système hydraulique, lequel d'ailleurs n'a été en général utilisé dans les ma-

Digitized by Google

chines à essayer que pour permettre de mesurer par un manomètre l'effort produit, procédé défectueux.

Le mouvement est communiqué du volant à l'écrou de la vis qui opère la traction par des engrenages sans intermédiaire de vis sans fin ou autres organes à faible rendement ; — pour diminuer le frottement de l'écrou sur sa surface d'appui j'ai utilisé le roulement sur billes.

Le résultat est très satisfaisant, car un seul manœuvre rompt

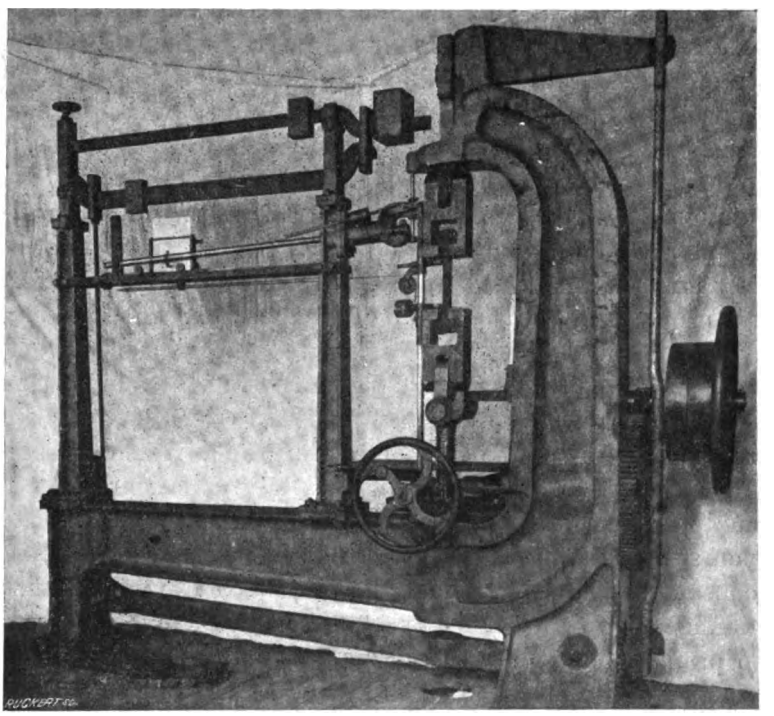


Fig. 1. — Photographie de la machine à essayer à la traction, d'une puissance de 25 tonnes, munie de son enregistreur.

sans peine, en une ou deux minutes, une éprouvette de section et de résistance moyennes.

Les mordaches sont montées chacune sur deux articulations à 90° pour opérer la traction de l'éprouvette suivant une ligne droite.

Un petit volant à main, placé sur le devant de la machine, permet l'approche rapide de la vis de traction.

Digitized by Google

L'organe de mesure est constitué par une balance romaine, instrument dont l'exactitude de l'indication est le plus exact.

Par contre, la romaine, telle qu'elle est généralement utilisée, exige une certaine habileté de main de l'opérateur, pour maintenir le levier constamment en équilibre et indique un poids inexact si, intentionnellement ou non, cet équilibre n'est pas maintenu.

La romaine n'indique pas non plus l'effort lorsque celui-ci va en diminuant, quand la striction est proche de la rupture.

Il est bien évident que les diagrammes des appareils enregistreurs actionnés par le curseur de la romaine sont entachés des mêmes causes d'inexactitude.

Pour éviter ces graves reproches j'ai imaginé un nouveau système d'énregistreur dans lequel les efforts transcrits en ordonnées sur le diagramme sont obtenus par le mouvement élastique du bâti de la machine, l'effort de traction faisant en effet plier ce bâti d'une quantité appréciable ; un système de leviers amplifiant ce mouvement, j'obtiens une ordonnée exactement proportionnelle à l'effort et d'environ un centimètre pour 2 tonnes dans la machine de 25 tonnes.

La romaine ne sert plus qu'au tarage de la machine, tarage qui peut être réitéré aussi souvent qu'on le désire, en serrant entre les mordaches une éprouvette de grande résistance et en opérant la traction le curseur placé à la graduation de 1 *t* par exemple, lorsque l'équilibre est établi, on marque la place au crayon sur le diagramme, et on fait de même pour 2 *t*, 3 *t*, etc., on constate ainsi la proportionnalité des efforts à la hauteur de l'ordonnée, et on en mesure exactement la valeur.

En pratique, une fois cette mesure effectuée, il suffit d'opérer la traction sur l'éprouvette sans s'inquiéter de la romaine, le diagramme est tracé exactement pour toute l'étendue de l'opération jusques et y compris la rupture.

L'avancement du plateau portant le papier, c'est-à-dire ce qui marque les abscisses, est obtenu par l'écartement des deux mâchoires ou mordaches ; à cet effet, deux fourchettes mobiles dans leur support, suivent exactement cet écartement, résultat de l'allongement de l'éprouvette jusqu'à la rupture, le choc final n'ayant aucune action perturbatrice sur le système.

Quand la forme de l'éprouvette peut laisser des craintes d'allongement des têtes ou des parties extérieures aux repères, on place sur les coups de pointeaux de ces repères deux griffes

Digitized by Google

élastiques et les fourchettes mobiles viennent alors prendre leur appui sur les faces internes de ces griffes.

L'abscisse du diagramme a ainsi une longueur exactement égale à l'allongement de l'éprouvette pendant toute la traction.

Dans des cas spéciaux, notamment pour la mesure, avec grande précision, de la limite élastique, il est facile d'amplifier par exemple les deux premiers millimètres de course ; la valeur de l'allongement possible ayant une plus grande importance dans la période dite élastique que pendant la période des allongements permanents.

La figure 2 montre le tracé, en vraie grandeur, d'un diagramme obtenu dans la traction d'une éprouvette en fer.

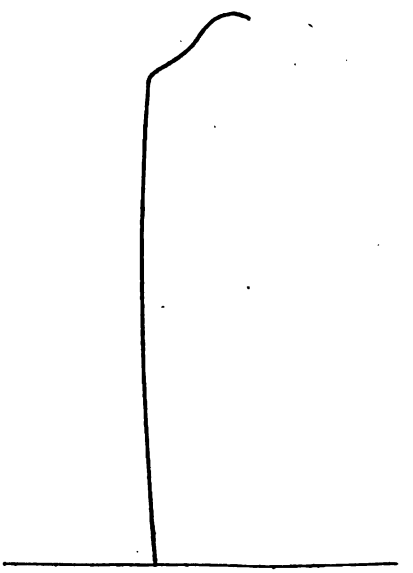


FIG. 2. — Diagramme d'un essai de traction. (Fer écroui de 6 $cm^2$ de section. Rupture 14,600 $kg$).

Cette machine, d'une construction très simple et très rustique, permet donc d'obtenir d'une manière beaucoup plus exacte et plus pratique, le diagramme d'un essai de traction, que les machines similaires les plus perfectionnées que nous voyons chez les constructeurs étrangers.

Néanmoins, elle ne donne que la mesure de la traction, et elle exige la confection des éprouvettes habituelles ; comme nous l'avons vu, l'essai de traction est insuffisant pour renseigner sur la qualité du métal ; de plus, le volume du métal employé à la confection des éprouvettes, empêche de faire porter les essais sur une région quelconque du métal après sa mise en œuvre et le prix de chaque essai empêche de les multiplier comme il conviendrait.

L'importance des constructions métalliques dans les travaux publics, appelle de nouvelles méthodes d'essai répondant aux trois conditions suivantes :

1° Exiger un petit volume de métal pour chaque essai ;

2° Nécessiter une forme simple pour permettre de préparer facilement et économiquement les éprouvettes ;

Digitized by Google

3° Renseigner exactement sur la qualité du métal et notamment sur sa fragilité, défaut le plusd angereux de tous.

Pour satisfaire à ces trois conditions, j'ai dû imaginer une méthode complète et des machines spéciales pour effectuer les essais.

J'ai choïsi, pour la forme de l'éprouvette, celle du prisme, dont la préparation industrielle est des plus commodes : un simple sciage suffit pour opérer l'ajustage qui peut, dès lors, être confié à des manœuvres, voire même à des enfants.

Les dimensions de ce prisme sont constantes pour permettre d'obtenir des résultats comparables ; la longueur est de 25 *mm*, la largeur de 10 *mm* et l'épaisseur de 8 *mm*, ce qui correspond à un volume de 2 $cm^3$ et à un poids de métal d'une quinzaine de grammes.

Dans un morceau du métal à essayer, je détache un prisme de volume suffisant pour produire deux éprouvettes destinées, l'une à un essai de cisaillement et de pliage pour connaître la résistance et la ductilité, et l'autre à un essai de choc pour connaître le coefficient de fragilité. Ce prisme a une longueur de 25 *mm*, une largeur d'environ 21 *mm* et une épaisseur de 8 *mm*.

Par le travers de ce prisme, sur la face du 21 *mm*, je donne un coup de scie, normal aux arêtes, de 1 *mm* de largeur et de 1 *mm* de profondeur, cette entaille étant destinée à localiser la rupture et à la produire sûrement, même dans des métaux très ductiles ; puis, j'opère la séparation des deux éprouvettes, par un sciage longitudinal ; de cette façon, j'ai deux éprouvettes aussi semblables que possible, les deux entailles étant bien pareilles et de même profondeur.

Pour opérer le cisaillement et le pliage tout en relevant les diagrammes de ces opérations, j'ai dû imaginer une machine spéciale. La figure 3 est la photographie de cette petite machine.

La figure 4 est la photographie montrant les dispositions des deux outils.

Sur un même porte-outils sont fixés le poinçon de pliage et la lame supérieure de la cisaille ; ce porte-outils entre à frottement doux dans le porte-lame inférieur ; la matrice nécessaire au pliage se place latéralement. A côté du porte-outils, on voit un poinçon déposé momentanément pour en montrer la forme.

La machine a l'aspect des cisailles-poinçonneuses habituelles, l'effort est produit, à la main, sur un petit volant qui actionne, par un pignon et un engrenage, une came destinée à soulever

Digitized by Google

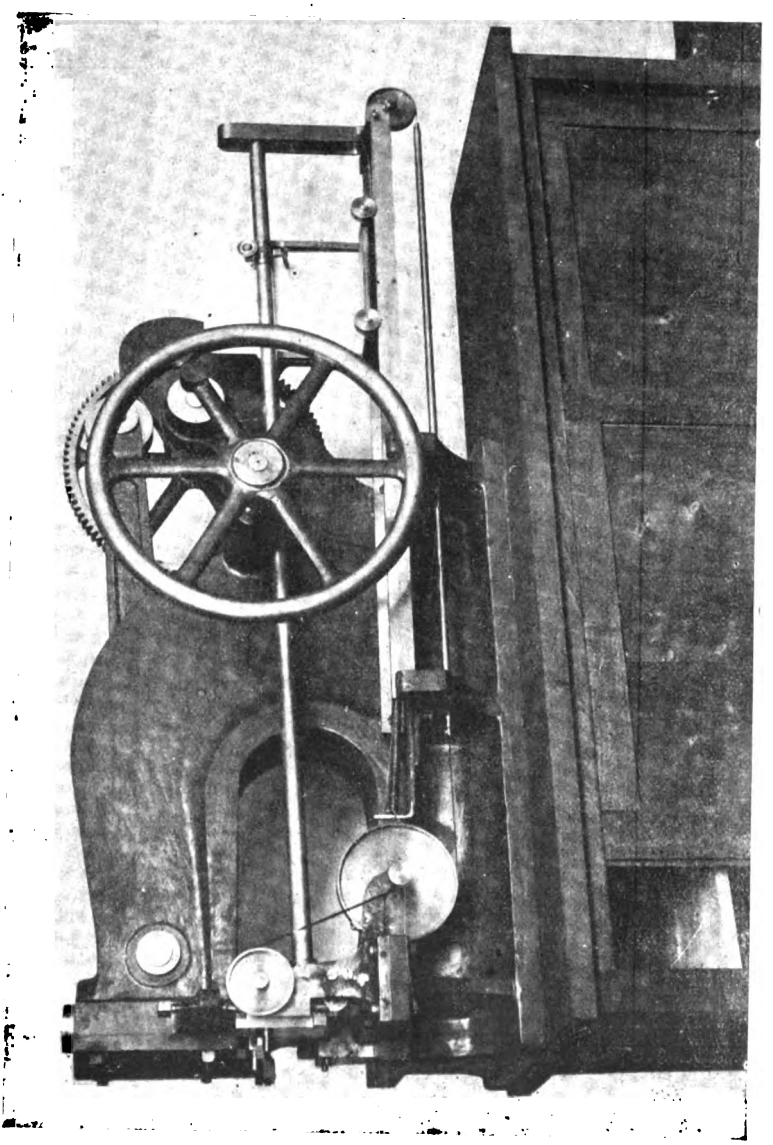


FIG. 3. — Machine à plier et à cisailler les éprouvettes à essayer, munie de son appareil enregistreur.



Digitized by Google

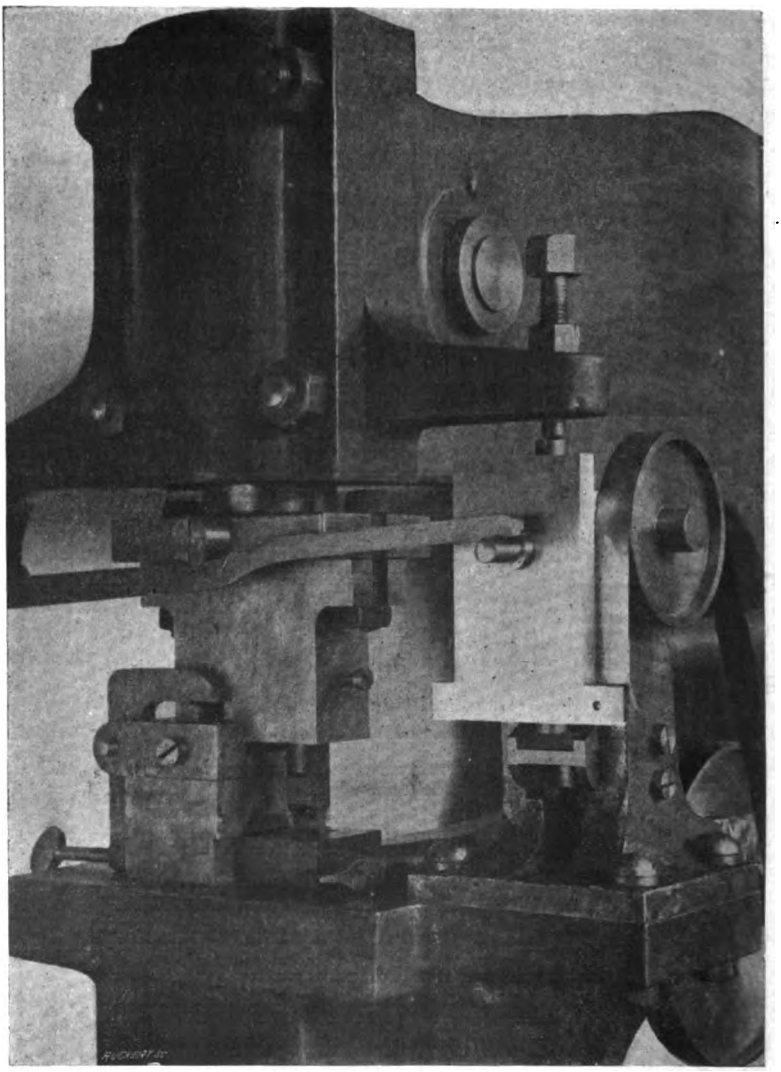


FIG. 4. — Disposition du porte-outils.

Digitized by Google

une extrémité du levier qui opère la pression sur le porte-outils.

L'éprouvette entaillée étant placée sur la matrice, l'entaille en dessous et dans le plan du poinçon, on opère le pliage en actionnant le volant de commande.

Sous l'effort de la pression, le bâti de la machine cède proportionnellement et l'écartement qui en résulte, amplifié 50 fois, est transcrit sur le plateau de l'enregistreur, situé à droite de la machine, en même temps, le mouvement de descente du porte-outils, amplifié 10 fois, est transmis au chariot; on obtient de la sorte un diagramme, par un procédé analogue à celui que j'ai employé pour tracer le diagramme avec la machine à essayer à la traction. Les ordonnées mesurent l'effort et les abscisses la course de l'outil.

L'éprouvette ayant été pliée jusqu'à rupture et le diagramme du travail ainsi tracé, on opère le cisaillement d'un des fragments de cette éprouvette rompue, en le portant entre les lames de la cisaille et en le maintenant solidement à l'aide d'une presse actionnée par une vis à tête de violon, visible sur la gauche de la figure 4.

Pendant le cisaillement, l'enregistreur inscrit un second diagramme à côté du premier.

Les formes spéciales de chacune des deux courbes obtenues empêchent la confusion.

On peut effectuer plusieurs cisaillements consécutifs, sur les

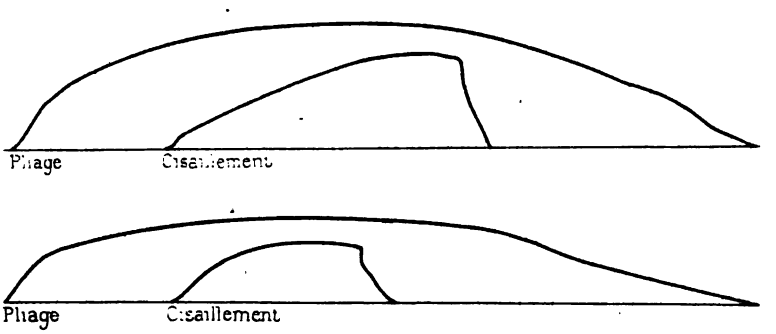



Fig. 5. — Diagrammes de pliages et de cisaillements d'acier doux et de fer.

deux fragments provenant de l'éprouvette rompue au pliage, et les diagrammes de ces cisaillements doivent se superposer très exactement si le métal est suffisamment homogène.

La figure 5 montre les diagrammes d'essais, au pliage et au ci-

Digitized by Google

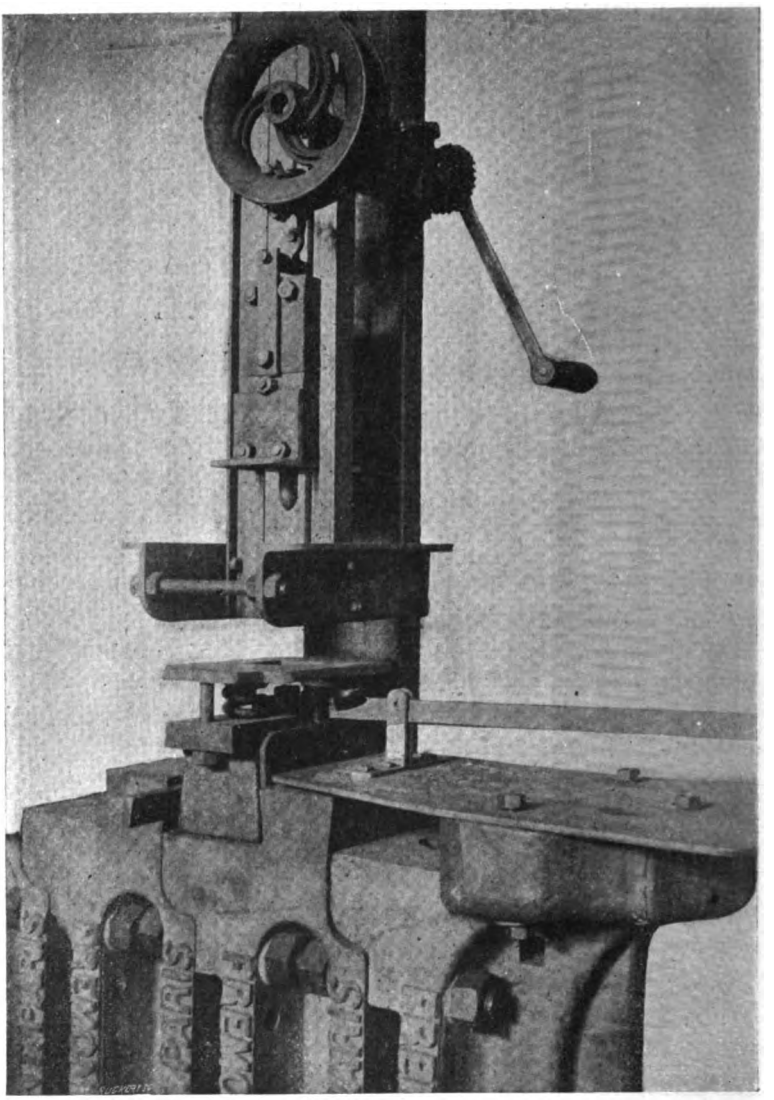



FIG. 6. — Mouton pour essayer au choc.

Digitized by Google

saillement, effectués sur des éprouvettes de métaux et de qualités différentes.

La seconde éprouvette entaillée est alors essayée au choc avec un mouton représenté par la figure 6.

Ce mouton a une chute de 4 *m;* le poids du marteau est de 10 *kg.*

A la partie inférieure du marteau, et bien au milieu, est logé un poinçon absolument semblable à celui qui a servi au pliage; de même la matrice placée sur l'enclume du mouton est semblable à celle qui a servi au pliage.

L'enclume fixée solidement par des coins sur la chabotte, est constituée par un bloc de fonte, portant, à droite et à gauche de l'emplacement de la matrice, deux trous verticaux servant de logement à deux ressorts à boudin, en fil d'acier de 10 *mm* de diamètre, ayant une hauteur totale de 150 *mm* et un diamètre extérieur de 50 *mm.*

Essayés à une compression lente, chacun de ces ressorts fléchit de 1 *mm* par charge de 20 *kg.* Ces ressorts reçoivent le choc du mouton, et se compriment d'autant plus que le mouton a une chute plus grande.

Pour connaître la compression des ressorts résultant d'une hauteur de chute donnée, un trou a été percé dans l'enclume, pour recevoir un boulon qui glisse à frottement et le marteau en tombant rencontre une plaque d'acier posée sur les ressorts : cette plaque suit le mouvement d'affaissement momentané des ressorts et pousse le boulon qui reste dans sa dernière position ; il suffit de mesurer après coup la distance dont il est descendu pour connaître la compression subie par les ressorts.

La figure 7 montre, à titre d'exemple, le diagramme de la

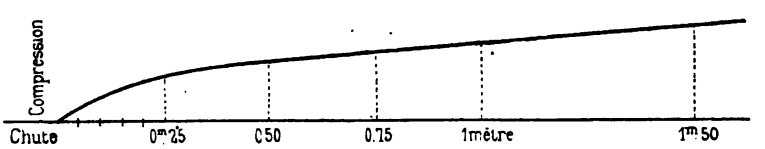



Fig. 7. — Diagramme de la compression au choc, des deux ressorts de mouton.

compression obtenue par des chutes jusqu'à 1,50 *m;* la courbe mesure en ordonnée la compression relevée sous une chute indiquée par l'abscisse correspondante. A l'aide de cette courbe tracée expérimentalement, connaissant la compression subie par les ressorts, on en déduit la hauteur de chute du mouton.

Digitized by Google

Or, dans les essais au choc sur éprouvettes entaillées et aux dimensions indiquées, le marteau de 10 *kg* tombant de 4 *m* de hauteur, rompra toutes les éprouvettes, même celles de la meilleure qualité de métal, et comprimera ensuite les ressorts d'autant plus qu'il aura fallu moins de travail pour effectuer la rupture ; on peut donc ainsi mesurer exactement, par différence, la quantité de travail nécessaire pour effectuer la rupture dans le pliage par choc et, comme, d'un autre côté, on connait exactement le travail dépensé dans la rupture analogue, mais par compression lente, il suffit de faire le rapport de ces mesures, pour connaître ce que j'appelle le *coefficient de fragilité* du métal essayé.

Je ne dis pas que ce rapport est la mesure absolue de la fragilité, au sens rigoureusement scientifique ; car il est évident qu'il suffit de faire varier : les dimensions de section de l'éprouvette, ou celles de son entaille, de la hauteur de chute ou le poids du marteau, de la force des ressorts, etc., pour trouver sur un même métal des résultats différents ; mais en se plaçant toujours dans les mêmes conditions on obtiendra des résultats comparables, ce qui donnera satisfaction aux besoins de la pratique industrielle.

J'attache la plus grande importance à cette mesure de la fragilité, car, chaque, jour je constate que des métaux ayant donné de très bons résultats dans des essais de traction, de flexion, etc., se sont mal comportés dans la pratique, il me suffira de rappeler l'exemple cité par un savant Ingénieur, M. Considère : Une cornière d'acier de 13 *mm* d'épaisseur, qui avait subi avec plein succès les essais habituels de réception, s'était brisée en tombant à terre ; ces essais avaient donné les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Résistance à la rupture . . . . . | 50,5 *kg* |
| Limite pratique d'élasticité. . . . . | 33,9 *kg* |
| Allongement de rupture sur 100 *mm* de long. | 27 0/0 |
| Contraction de la section de rupture . . . | 53 0/0 |

La pratique quotidienne des essais des métaux m'a conduit à imaginer quelques appareils d'importance secondaire, mais donnant néanmoins satisfaction à des conditions d'exécution plus commode des travaux de laboratoire ; je crois donc utile de donner la description succincte de ces nouveaux appareils.

*Machine à diviser.* — Pour évaluer la répartition des allongements proportionnels et de striction, pendant le pliage, des

Digitized by Google

éprouvettes à dimensions réduites, je trace des divisions parallèles et régulièrement espacées sur la face latérale de chaque éprouvette. Pour effectuer facilement et exactement ces divisions, je me sers du petit appareil représenté figure 8. Cet instrument comporte deux organes distincts montés sur le même support : un chariot maintenant la pièce à graver, l'éprouvette,

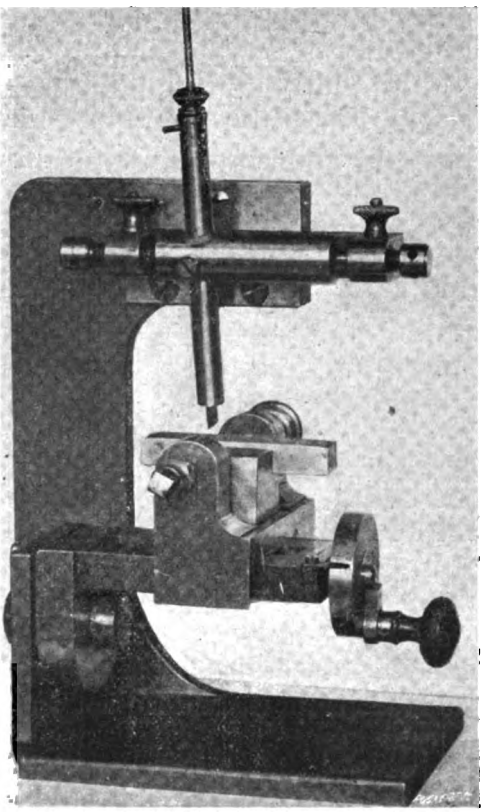


Fig. 8. — Appareil à graver les divisions servant à mesurer les allongements résultant du pliage.

par une vis de serrage, en avançant régulièrement, à l'aide d'une vis micrométrique, conduite par un cercle divisé au centième, mû à la main.

A chaque nouvelle révolution, le second organe : le burin, poussé par un ressort et incliné par l'opérateur, grave un trait fin, espacé du trait précédent, exactement d'un millimètre, ou de telle fraction voulue.

Digitized by Google

*Appareil photographique.* — Quand l'éprouvette gravée a subi le pliage, les traits régulièrement espacés se déforment et, sous l'effet de l'allongement du métal, s'écartent irrégulièrement; pour mesurer exactement ces déformations inégales, le plus simple est de présenter l'éprouvette devant un appareil photographique et d'en relever les déformations sur la glace dépolie, ou mieux d'en prendre une épreuve photographique. Pour la commodité de la mesure, j'ai choisi l'amplification uniforme de *dix* diamètres.

L'objectif devant nécessairement avoir un court foyer, la face verticale de nos appareils photographiques habituels cache la

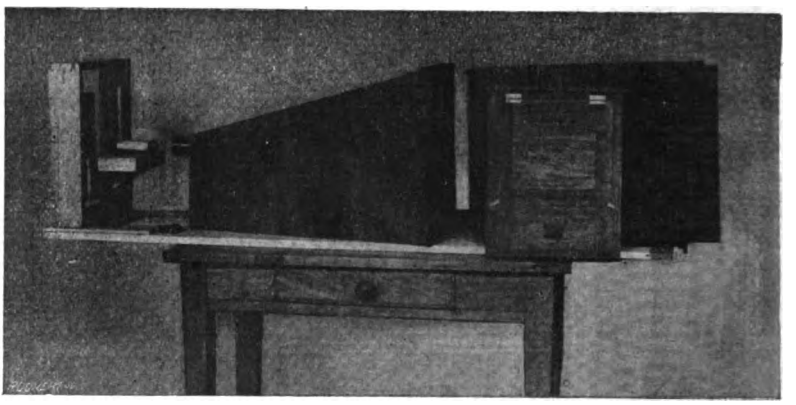


FIG. 9. — Appareil photographique spécial pour l'agrandissement à 5 et à 10 diamètres.

lumière à l'éprouvette placée à quelques centimètres, la mise au point est presque impossible, et la pose fort longue.

J'ai tourné la difficulté en construisant un appareil en forme de tronc de pyramide *(fig. 9)*.

L'avant de l'appareil est de dimension réduite, juste ce qui est nécessaire pour le montage de l'objectif, de la sorte, l'éprouvette peut recevoir le maximum de lumière.

La chambre noire est composée de deux corps, le premier en forme de tronc de pyramide, construit pour donner un grossissement exact de cinq diamètres, suffisant pour certains grandissements, tels les cassures des métaux, et d'un second corps s'ajustant sur le premier, pour porter le grandissement à *dix* diamètres, la mesure décimale étant plus commode.

*Microscope.* — Pour les observations à un plus grand diamètre il faut avoir recours au microscope.

Digitized by Google

Mais les microscopes habituels ne sont pas pratiques pour l'étude des métaux, ils donnent la lumière *obliquement*, ne permettent pas l'observation de pièces opaques d'une certaine hauteur et se mettent au point par le déplacement de l'objectif.

Pour éviter de mettre au point par le déplacement de l'objectif, ce qui entraîne le déplacement de l'éclairage par prisme réflecteur, et pour permettre d'examiner des pièces d'une épaisseur plus importante, j'ai construit un pied spécial applicable aux corps des microscopes habituels *(fig. 10)*.

Ce pied admet une course de plus de 20 *cm* à la platine porte-objet ; sur cette platine, un chariot à déplacement dans les deux sens, actionné par deux petits leviers, permet la recherche facile et le repérage des points d'observation.

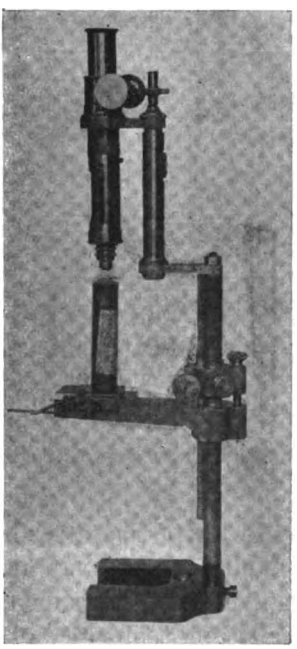


Fig. 10. — Microscope spécial pour les corps opaques.

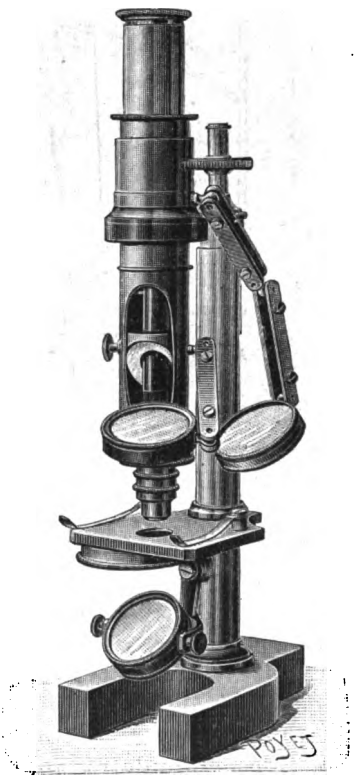



Fig. 11. — Microscope avec éclairement spécial pour l'étude des métaux.

Digitized by Google

La mise au point se fait par le mouvement de crémaillère et de vis micrométrique de la platine, de façon à ne pas déplacer l'objectif, ni l'axe du faisceau lumineux.

J'ai indiqué, antérieurement, mon système d'éclairage ver-

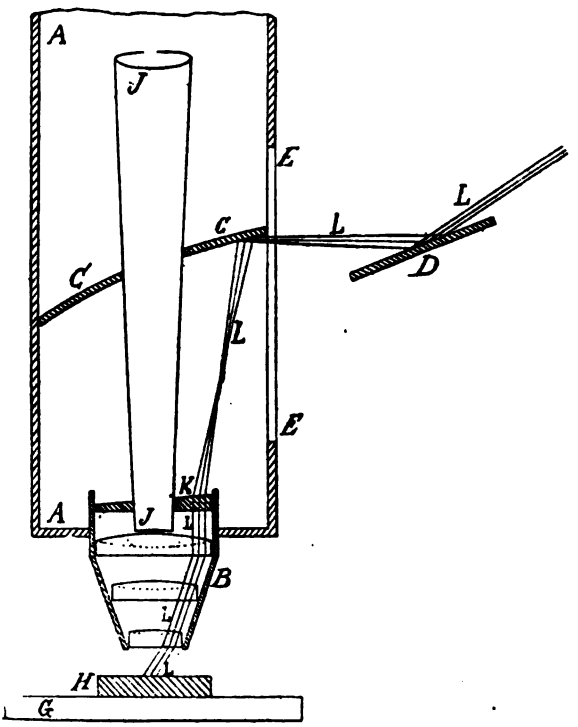



Fig. 12. — Schéma montrant la disposition de l'éclairement vertical.

tical (1), je me borne cette fois, à en rappeler les dessins *(fig. 11 et 12)*.

La longueur de ce microscope nécessite une assise assez basse pour laisser l'oculaire à la hauteur de l'œil de l'observateur.

J'ai imaginé un meuble simple, permettant de renfermer toute l'installation photomicrographique et de la tenir sous clé, à l'abri de la poussière et de toute indiscrétion. — La figure 13 est la photographie de cette nouvelle disposition ; l'éclairage se fait extérieurement pour ne pas gêner l'opérateur, la lumière pénètre jusqu'au microscope par une petite fenêtre à verre dépoli, ou de couleur, l'appareil photographique suspendu sur la paroi verti-

(1) *Bulletin* de janvier 1896, page 101.

Digitized by Google

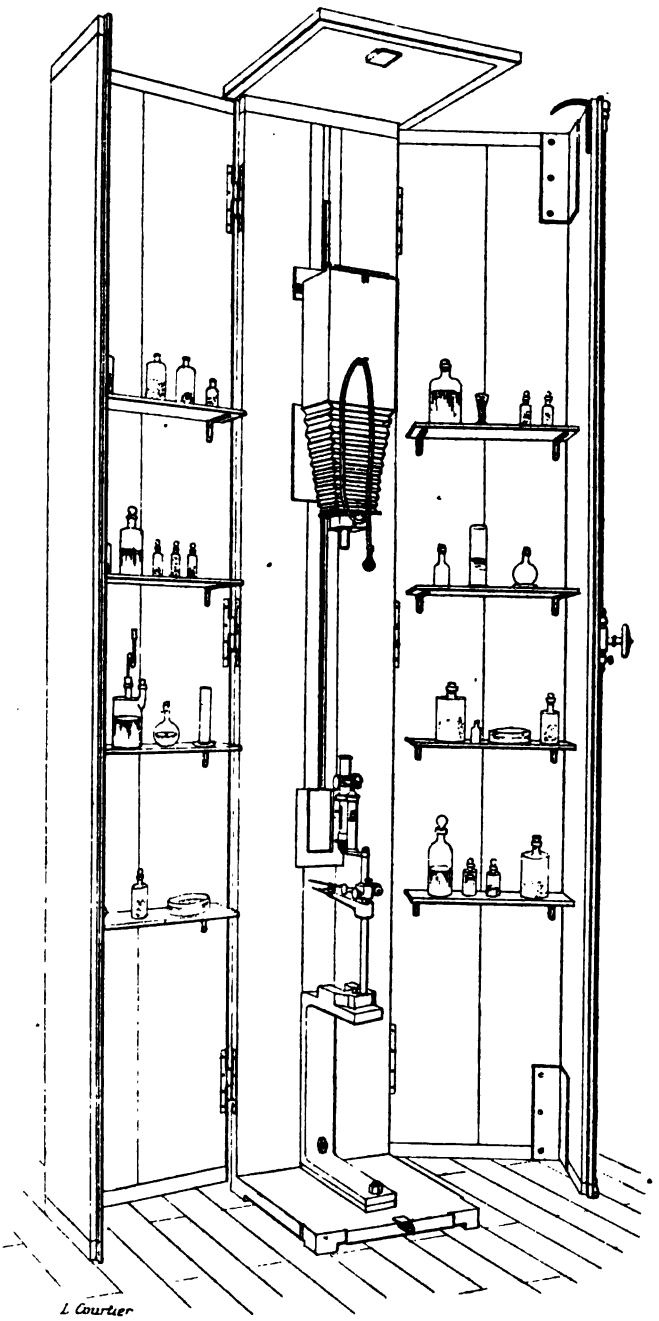



FIG. 13. — Installation photo-micrographique pour corps opaques.

Digitized by Google

cale du meuble monte ou descend à volonté et se fixe par un boulon.

Sur les côtés, des planchettes reçoivent les réactifs et les accessoires ; l'opérateur a ainsi sous la main tout ce dont il a besoin, et observe facilement sans être gêné par les supports habituels de l'appareil photographique.

Tous ces appareils nouveaux ont la sanction de la pratique, ils me servent couramment dans mon laboratoire de mécanique.

L'Artillerie et la Marine française les utilisent; la Russie s'en sert dans ses grandes entreprises de travaux publics, notamment aux chemins de fer de la Sibérie et au pont Troïtsky, construit sur la Néva par la Société française des Batignolles.

Digitized by Google

# ÉTUDE COMPARATIVE

# ENTRE LA VOIE NORMALE ET LA VOIE D'UN MÈTRE

PAR

M. J. MARTIN

---

# ANALYSE

PAR

M. Auguste MOREAU

---

## INTRODUCTION

Notre Collègue M. J. Martin, qui a consacré une grande partie de sa longue carrière à la construction des chemins de fer de toutes largeurs de voie, a pu accumuler un certain nombre de documents, qu'il présente au public sous la forme d'une étude d'ensemble, dont le principal mérite est d'apporter comme appoint à la solution de la question du choix d'une voie, un grand nombre de faits pratiques.

Lorsqu'il y a une vingtaine d'années, en effet, s'ouvrit le grand tournoi pour ou contre la voie étroite, les arguments étaient plutôt spéculatifs ; on manquait le plus souvent de faits précis, venant à l'appui des conclusions; les exemples de lignes à voie étroite n'étaient pas assez nombreux pour être indiscutables, et les ingénieurs qui avaient résolument pris position en faveur de cette dernière, se voyaient combattus par des contradicteurs passionnés en faveur de la voie normale à tout prix, sans qu'ils aient souvent pour riposter, autre chose que des exemples isolés, insuffisamment nombreux pour faire la conviction des spectateurs de cette lutte technique. Le raisonnement et la meilleure argumentation ne réussissaient pas toujours à convaincre les personnes appelées à faire un choix.

Nous devons ajouter, que peu à peu, les exemples devinrent de plus en plus nombreux et de plus en plus topiques, et comme chacun sait, la voie étroite l'emporta de haute lutte, pour la

Digitized by Google

construction des lignes secondaires. Néanmoins, il n'était pas sans intérêt, aujourd'hui que les avantages de la voie réduite ne sont plus contestés par personne, de voir confirmer par les faits ce que tant de spécialistes avaient avancé sur une expérience, encore faible, et où la prescience des choses jouait un rôle plus important que la réelle pratique.

C'est ce que vient de faire M. Martin : son ouvrage, rédigé sans aucun parti pris, est une confirmation de ce qu'ont toujours affirmé les défenseurs de la voie étroite, mais une confirmation appuyée sur des chiffres tirés des nombreux exemples que les techniciens ont aujourd'hui à leur disposition. L'auteur a pu faire ainsi une comparaison rationnelle entre tous les éléments des deux voies, depuis l'infrastructure jusqu'au train en marche.

La caractéristique de son travail, c'est qu'il s'est attaché à faire la comparaison entre la voie normale et la voie d'un mètre pour tous les éléments de détail de la construction, aussi bien que pour l'ensemble de la superstructure ou de l'infrastructure; chacun peut donc faire l'application de ces chiffres au cas particulier qui l'intéresse; et c'est en cela surtout que cet ouvrage peut rendre de réels services.

La conclusion de M. Martin, que la voie large est indiquée pour les lignes à trafic important ou appelées à se développer, et la voie étroite, aux lignes à trafic réduit et en pays peu peuplé, est déjà connue et admise aujourd'hui à peu près par tout le monde. Nous croyons cependant, contrairement à l'auteur, que l'exploitation comprenant : l'entretien, le renouvellement et l'exploitation proprement dite elle-même, bénéficie également de la réduction de la voie quoique dans une proportion moindre que la construction.

Pour terminer ce préambule nous devons ajouter que M. Martin se borne à considérer la voie de 1 *m* entre rails et pose ce principe que les voies plus étroites ne doivent être employées que dans des cas tout à fait particuliers. C'est également l'avis de tous les ingénieurs compétents en ces matières.

Digitized by Google

## CHAPITRE PREMIER

### État actuel d'une voie secondaire économique.

L'auteur réédite ce qui a été souvent affirmé, à savoir que pour les lignes secondaires cantonnales, la voie normale ne peut revenir en terrain facile à moins de 80 000 *f* le kilomètre, non compris le matériel roulant, ce qui entraîne un intérêt, un amortissement et des frais d'exploitation disproportionnés avec les recettes effectuées. La voie d'un mètre, au contraire, qui coûte en moyenne dans nos pays de 60 000 *f* à 65 000 *f* le kilomètre tout compris, doit être adoptée sans hésitation. Cela confirme notre ancienne conclusion à savoir que l'économie est représentée au minimum par la *réduction de la largeur de la voie.*

Quant aux trains ils sont, le plus souvent, mixtes, composés de 4 à 7 véhicules et le tonnage des wagons de marchandises, qui varie de 5 à 10 tonnes, tend à se rapprocher de plus en plus de ce dernier chiffre.

Les locomotives doivent présenter une forte adhérence, et des roues de diamètre réduit, afin de passer facilement dans les courbes de petit rayon. On les fait généralement à trois essieux couplés, avec roues de 1 *m* à 1,10 *m* présentant un empatement de de 2,20 *m* à 2,40 *m*. D'un autre côté, la réduction du diamètre des roues, entraîne à faire un nombre de tours plus grand par minute, si l'on veut conserver une vitesse suffisante; il y a lieu là, de concilier les conditions de conservation du mécanisme : piston, coulisses, organes de distribution, etc., avec le nombre de tours nécessités par cette réduction du diamètre des roues. Pour cela, il ne faut pas dépasser 200 tours par minute, ce qui, avec des roues de 1,15 *m* de diamètre permet la vitesse de 43 *km* 4 à l'heure, en palier et en ligne droite; cela représente une vitesse moyenne de 30 *km* à l'heure, ordinairement inutile à dépasser sur les lignes secondaires. La puissance de vaporisation est généralement suffisante avec les chaudières correspondant aux trois essieux couplés vus plus haut; en cas de besoin on allonge les tubes, en ajoutant un train articulé uniquement porteur et faiblement chargé.

On obtient ainsi, en résumé, des locomotives ayant la même puissance de traction que les machines à deux essieux couplés employées sur les embranchements des grandes lignes et les lignes

Digitized by Google

secondaires à voie normale; seules les vitesses seraient différentes le cas échéant.

Quant aux véhicules à voyageurs, ils affectent la forme du matériel anglais à compartiments et plus souvent, celle à couloir central et quelquefois latéral. Parmi ces derniers, on en rencontre qui sont portés par deux bogies, comme les voitures américaines telles sont celles des Chemins de fer économiques, et du Sud de la France. Les voyageurs trouvent dans ces voitures, tout le confortable nécessaire à des lignes de courts trajets.

Pour les wagons à marchandises, une circulaire ministérielle du *12 décembre 1887*, oblige les Compagnies à voie étroite, à posséder un certain nombre de ces véhicules permettant un chargement de 10 tonnes.

*Poids mort.* — En considérant que la plupart des trains de la voie de 1 *m*, sont des trains mixtes, on arrive avec cette voie à une réduction de poids mort comprise entre 16 à 25 0/0, soit en moyenne 20 0/0, réduction encore augmentée par la meilleure utilisation du matériel, dans l'exploitation d'une petite ligne.

*Transbordement.* — Le Congrès des chemins de fer tenu à Paris en 1889, disait nettement : « L'expérience des quatre dernières années, confirme pleinement l'opinion émise par le Congrès de Bruxelles, que le transbordement n'est nullement un obstacle au développement des lignes à petites sections, et aux grands services qu'elles peuvent rendre ».

M. Martin tire d'un grand nombre d'exemples également cette conclusion, que le transbordement est un inconvénient à peu près nul, en pratique, pour les lignes à voie étroite.

L'auteur passe ensuite à l'examen comparatif de l'économie réalisée par l'adoption de cette voie, dans les différents chapitres de son installation ; nous ne pouvons naturellement pas le suivre dans tous les détails qu'il résume dans ses sept chapitres ; nous nous bornerons à montrer la manière dont il procède dans l'un d'eux, celui de l'infrastructure, nous contentant de résumer les autres.

Digitized by Google

## CHAPITRE II

## Infrastructure.

*Largeurs des plates-formes types.* — La voie large économique ne peut guère avoir en plate-forme une largeur inférieure à 5 *m* ; quant à la voie étroite, suivant la largeur du matériel roulant, elle peut avoir deux dimensions extrêmes : 3,60 *m* pour les lignes de dernière catégorie, et 4,30 *m* pour celles qui ont un trafic sérieux et nécessitent des wagons un peu plus larges. C'est, en effet, la largeur du matériel roulant qui, en France, commande la largeur de la plate-forme, le cahier des charges type de 1881 exigeant simplement une cote de 0,90 *m*, à partir de la saillie extrême du matériel roulant. Et cela est assez rationnel, car, de la sorte, un homme sur la voie peut toujours se garer d'un train en marche. En Allemagne, la largeur en crête, au niveau des rails, est toujours prise égale à deux fois et demie la largeur de la voie ; cela est moins rationnel au point de vue que nous venons de signaler, mais plus avantageux sous le rapport de la réduction de l'emprise.

*Économies dans l'infrastructure.* — L'économie réalisée par la voie étroite tient à trois causes :

1° La diminution de l'emprise ;

2° La flexibilité en plan permettant l'emploi de courbes à faible rayon ;

3° La flexibilité dans le profil en long permettant l'emploi de déclivités plus fortes.

La seconde de ces économies est de beaucoup la plus importante.

L'auteur, pour simplifier, admet d'abord un tracé fictif sommaire, c'est-à-dire que les profils en long sont les mêmes sur la ligne à voie large et la ligne à voie étroite et examine les économies réalisées sur les autres chefs.

Sur les études, il n'en voit pas : elles se retrouveront quand on tiendra compte de la flexibilité : cependant, à notre avis, la facilité d'épouser les courbes de niveau rendra le travail d'étude beaucoup moins pénible au bureau, et même sur le terrain, d'où une économie évidente à ne pas négliger, si l'on veut tenir compte de tout.



Digitized by Google

*Acquisitions de terrains et terrassements.* — En appelant $h$ la hauteur sur l'axe du remblai ou du déblai et en supposant une pente transversale assez faible du terrain naturel, R les rapports des surfaces des profils de même hauteur en voie étroite et en voie normale, D la différence en centimètres des surfaces dont le rapport est R, on obtient pour les hauteurs $h$, variant de 0,50 *m* à 5 *m*, les valeurs suivantes :

Plate-forme de 3,60 *m*, R = 0,73 *m* à 0,87 *m*, D = 0,27 *m* à 0,13 *m*.
» 4,30 *m*, R = 0,86 *m* à 0,93 *m*, D = 0,14 *m* à 0,07 *m*.

Ces valeurs seraient beaucoup plus considérables pour des profils mixtes : D peut atteindre 1/3 en plate-forme de 3,60 *m* et 1/4 en plate-forme de 4,30 *m*. Nous passerons sous silence ces cas particuliers.

En pratique, la hauteur moyenne d'une voie normale économique varie entre 1,50 *m* et 4 *m*; les chiffres en dehors de ceux-là sont des exceptions.

Sur la voie étroite cette hauteur moyenne ne dépasse pas 1 *m* à 2,50 *m*. Il en résultera donc une économie de terrassement de :

22 à 15 0/0 pour la plate-forme de 3,60 *m*.
11 à 8 0/0 — — 4,30 *m*.

et cela sans compter les diminutions inévitables dans les distances de transport, que l'auteur suppose les mêmes.

Quant aux acquisitions de terrains, en supposant la suppression des clôtures et des francs-bords aussi bien pour la voie large que pour la voie étroite, on a dans les mêmes conditions que plus haut, pour les différences d'emprise D :

15 à 9 0/0 pour la plate-forme de 3,60 *m*.
8 à 5 0/0 — — 4,30 *m*.

avec les francs-bords et les clôtures souvent exigés sur les lignes à voie large, ces différences augmenteraient notablement.

Dans les stations, le bénéfice est d'au moins 20 0/0, à cause de la diminution des entre-voies, de la réduction du rayon des courbes et du raccordement dans les branchements. On peut citer des exemples où cette réduction atteint 50 0/0, et c'est encore un facteur important d'économie pour la voie réduite, car sur les chemins où on l'emploie, les stations sont généralement assez rapprochées.

Digitized by Google

*Ouvrages d'art.* — La comparaison des ouvrages d'art se fait en suivant la même méthode que pour les terrassements, en comparant les ouvrages de même espèce, pour plates-formes de 3,60 *m*, de 4,30 *m* et 5,00 *m*, et pour des hauteurs communes de remblai, variant entre les limites courantes. La comparaison est seulement ici un peu plus difficile à établir, car certaines dimensions de l'ouvrage, dépendent d'autres données que la cote rouge *h* du terrassement, remblai ou déblai. Telles sont : le régime des eaux, l'intensité des crues, la nature des fondations, les matériaux dont on dispose, etc. De plus, pour une ligne donnée, la moyenne de hauteur *h* de terrassement, au-dessus des ouvrages d'art, diffère absolument de la même hauteur moyenne, considérée uniquement au point de vue du remblai. Il y a donc une autre méthode de comparaison à prendre.

En ce qui concerne les ouvrages d'art courants, l'auteur, avant d'établir des rapports, spécifie bien qu'il ne considère que des ouvrages de forme simple, des types avec les dimensions réduites au strict nécessaire, avec parements en moellons bruts ou semillés, pour lesquels l'emploi de la pierre de taille serait restreint le plus possible. Pour les aqueducs dallés, il établit que la plupart de ces ouvrages, sont sous des remblais de 0,50 *m* à 3 *m* de hauteur, et dresse les tableaux des rapports et des différences. Pour les aqueducs voûtés, l'auteur démontre par des exemples, choisis dans des lignes normales de 218 à 500 *km*, que les aqueducs au-dessous de 4 *m* d'ouverture, et dans des remblais inférieurs à 5 *m* de hauteur, sont les plus nombreux. Ensuite il calcule les rapports pour ces ouvrages de 4 *m* d'ouverture, et au-dessous, dans des remblais de 5 *m* de hauteur au plus. Il admet d'ailleurs que l'économie diminue sensiblement, pour de plus grandes ouvertures et de plus grandes hauteurs de remblai.

A propos des aqueducs ouverts, il commence par un intéressant parallèle entre la législation française et les prescriptions de l'union des chemins de fer allemands. Il détermine les profils du ballast, et la plus grande largeur du matériel roulant, pour les trois plates-formes types en comparaison. Il en déduit les largeurs frontales des ouvrages, et il dresse le tableau des rapports pour aqueducs ouverts de 2 à 8 *m* d'ouverture. En finissant l'étude comparative des ouvrages courants, et pour justifier l'opportunité de leur considération, l'auteur fait voir par des exemples, que la dépense par kilomètre pour l'ensemble de ces petits ouvrages, n'est pas négligeable. En voici quelques-uns :

Digitized by Google

*Aqueducs dallés.* — Supposons, par exemple, les petits aqueducs élémentaires vulgairement appelés *dalots*. Si R est le rapport des cubes de ces ouvrages en remblai de hauteur *h* en voie étroite et en voie normale, et D la différence en centièmes des cubes dont le rapport est R, il faut, pour déduire les limites de D avec une approximation suffisante, avoir recours à certaines données de construction, ainsi :

1° Il peut être impossible d'établir un dalot sous un remblai dont la hauteur *h* est inférieure à 1 *m*.

2° Le dalot n'est plus possible quand la hauteur *h* dépasse 3 *m*, à cause de la difficulté de curage d'un dalot un peu long et de la supériorité de solidité d'un aqueduc voûté.

Cela posé, en admettant que les dalots aient de 0,60 à 0,80 *m* d'ouverture, 0,30 à 0,50 *m* de profondeur de fossé et 0,70 à 1,30 *m* de hauteur libre, les économies sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| | R = 0,81 à 0,89 | pour la plate-forme de | 3,60 |
| | D = 0,19 à 0,04 | — | |
| et | R = 0,90 à 0,95 | — | 4,30 |
| | D = 0,10 à 0,05 | — | |

Comme cela était facile à prévoir, ce n'est pas sur les dalots que se rencontre la plus forte économie.

*Aqueducs voûtés.* — L'auteur considère les aqueducs de 0,80 *m* 1 *m*, 1,5 *m*, 2 *m*, 3 *m* à 4 *m* d'ouverture. Au delà de 4 *m* il admet que le prix sera le même quelle que soit la largeur de la voie. Cela nous paraît encore un peu excessif. Heureusement leur nombre est généralement peu important.

En admettant les mêmes observations que plus haut, en ce qui concerne la hauteur *h* au-dessus de l'ouvrage, on voit que pour les aqueducs de 0,8 *m* à 2 *m*, on peut supposer *h* variant de 2 *m* à 5 *m* et pour ceux qui ont de 3 à 4 *m*, *h* = 3,50 *m* à 6 *m*. Dans ces conditions, les économies sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er cas : Plate-forme de | 3,60 | R = 85 à 92 % | D = 16 à 8 % |
| — | 4,30 | R = 91 à 96 % | D = 9 à 4 % |
| 2e cas : Plate-forme de | 3,60 | R = 86 à 92 % | D = 14 à 8 % |
| — | 3,60 | R = 94 à 96 % | D = 7 à 4 % |

Nous nous arrêterons là dans cette comparaison détaillée qui

Digitized by Google

nous entraînerait à reproduire le volume à peu près en entier, et nous résumerons le travail de l'auteur dans les chapitres qui suivent.

*Ouvrages spéciaux.* — Dans les ouvrages spéciaux, M. Martin comprend les ponts à une ou plusieurs travées de 15 à 35 *m* d'ouverture, les grands viaducs et les tunnels. Pour les premiers, il fait l'hypothèse de types simples. Il envisage des ouvrages, pour lesquels la hauteur au-dessus des fondations, serait de 5, 6 et 7 *m*. Il établit des formules donnant approximativement les rapports, entre le coût des piles et culées pour la voie normale, et pour la voie de un mètre.

Pour les viaducs en maçonnerie, il considère des ouvrages avec arches en plein cintre de 10 *m* et de 15 *m* d'ouverture, ayant sept arches, et des piles de hauteur comprise entre 11 et 27 *m*, les deux ouvrages en voie normale, et en voie d'un mètre, ouvrages exécutés. Il établit les rapports et les différences de la dépense et, généralisant, il donne des coefficients approximatifs d'économie, pour viaducs avec arches de 8 à 17 *m*.

Les tabliers métalliques sont examinés dans un paragraphe spécial. Le premier tableau donne les poids en tonnes et les rapports des poids des tabliers pour aqueducs ouverts de 2 à 8 *m* d'ouverture. Les tableaux suivants donnent les poids et les rapports pour tabliers d'ouvrages à travées de 15 à 35 *m* d'ouverture. Les poids marqués sont ceux d'ouvrages exécutés en France et à l'étranger.

L'étude des tunnels commence également par un parallèle entre la législation française et les règlements de l'union allemande sur ces ouvrages, parallèle suivi de la détermination des profils types de tunnels pour voies dans le système des plates-formes de 3,60 *m*, 4,30 *m* et 5 *m*, dans les différents cas de tunnels sans revêtement, avec revêtement de la calotte, avec revêtement complet, avec radier. C'est pour ces types que sont calculés les rapports et les différences.

Les considérations développées sur les travaux d'art, sont toutes basées sur des ouvrages exécutés. On rencontre aux annexes les conditions d'établissement de ces ouvrages. Elles sont réunies dans des tableaux où l'on trouve toutes les dimensions principales des ouvrages considérés, permettant d'en établir rapidement les projets. Nous reviendrons d'ailleurs sur ces annexes.

Digitized by Google

| | Nombre des Kilomètres. | Écluses |
|---|---|---|
| *Report* . . . . | 413 | 163 |

goin et Briare, étant l'un et l'autre sur la rive droite. Il nécessite la construction de trois ouvrages importants : le Pont-Canal sur la Loire à Digoin, le Pont-Canal sur l'Allier au Guétin et le Pont-Canal de Briare objet principal du Mémoire de M. Mazoyer.

Il se justifie toutefois très facilement et M. Mazoyer démontre que le choix de la rive gauche s'imposait, non seulement parce qu'on avait alors pour objectifs Nantes et l'Atlantique, aussi bien que Paris et la Manche, mais parce que sur la rive droite de la Loire, les villes de Nevers, la Charité et Cosne qui s'étagent au flanc des coteaux depuis les bords mêmes du fleuve jusque sur le plateau, ne laissent aucune place pour le passage d'un Canal latéral entre la ville et le fleuve. Quoi qu'il en soit, si on ajoute aux chiffres précédents ceux qui correspondent à la navigation sur la Seine entre Paris

| | | |
|---|---|---|
| et Saint-Mammès . . . . . | 87 | 10 |
| et sur la Saône entre Chalons et Lyon . . . . . | 135 | 5 |

on possédait, il y a quelques années, une voie navigable, permettant la circulation par le Bourbonnais,

| | | |
|---|---|---|
| entre Paris et Lyon sur une longueur de . . . . | 635 | |

à peu près égale à celle de la voie navigable par la Bourgogne (638 *km*), mais avec un nombre

| | | |
|---|---|---|
| d'écluses de (1) . . . . . | | 178 |

bien inférieur à celui de 228 existant sur le Canal de Bourgogne ainsi qu'il ressort de la pièce très intéressante : ***Profils en longs comparatifs de la voie navigable de Paris à Lyon*** — portant le n° 3 des cinq documents officiels dont M. Mazoyer fait hommage à la Société comme pièces annexes de sa brochure.

Cette différence des profils peut suffire à expliquer la préférence donnée par la batellerie au Canal du Bourbonnais par rapport au Canal de Bourgogne, préférence très marquée, ainsi que

(1) Ce nombre d'écluses a été réduit à 171 par le fait de la suppression aux abords du pont de Briare, des sept écluses dont il est parlé plus loin.

Digitized by Google

le démontrent les deux diagrammes des tonnages des voies navigables en 1889 et 1897 (pièces annexes 2 et 2 *bis*) qui de Laroche à Saint-Jean-de-Losne par Dijon donnent un tonnage (1)

de : 203 700 en 1889
et 197 737 en 1897

tandis qu'entre Briare et Digoin le tonnage s'élève

de : 518 800 en 1889
à 646 807 en 1897.

La préférence que n'a cessé de manifester la batellerie pour la voie navigable du Bourbonnais, est d'autant plus caractéristique et digne d'attention, qu'elle a pu résister aux nombreuses difficultés, résultant de la solution de continuité entre le Canal Latéral et celui de Briare, et à l'obligation toujours coûteuse et parfois dangereuse du passage en Loire à Châtillon. Ce passage compris entre l'écluse de Châtillon (rive gauche), et l'écluse des Combes (rive droite, 5 *km* en amont de Briare), est constitué par un chenal de 1 020 *m* de longueur sur 55 *m* de largeur dirigé obliquement au cours du fleuve, entre deux digues arasées, celle de Ousson à 0,50 *m*, celle de Châtillon à 1,20 *m* au-dessus de l'étiage.

Pendant plus d'un demi-siècle, ce chenal a permis aux deux types de bateaux existant en nombre à peu près égal, les « Grands bateaux » de 30 *m* sur 5 *m*, et les « Berrichons » de 30 *m* sur 2,50 *m* de passer à pleine charge, chaque fois qu'il leur offrait un mouillage égal à celui des écluses du réseau, c'est-à-dire 1,60 *m;* mais ce mouillage était loin de correspondre à un état normal de la rivière et, en fait, on peut citer des cas où il n'a été obtenu que pendant moins d'un tiers de l'année, et, par exemple :

en 1895 pendant 120 jours;
— 1894 — 104 —

(1) Nous n'indiquons que pour mémoire la part prise dans le mouvement de la navigation du centre de la France par le Canal du Nivernais qui, d'Auxerre à Decize oscille entre 94 500 *t*, en 1889, et 87 921 *t*, en 1897. Cette voie navigable entreprise à la fin du XVIII[e] siècle s'explique surtout par l'incertitude où on était alors d'arriver à l'achèvement complet de la ligne de Bourgogne. Le succès du souterrain de Pouilly qui coupe le faîte de Pouilly sur une longueur de 6 *km* avec un tunnel de 3,300 *m* et l'ouverture de la ligne de Bourgogne ont notablement diminué son importance qui n'est plus que celle d'une ligne de secours en cas d'insuffisance d'alimentation en eau de la ligne du Bourbonnais, ou d'accidents sur les ponts-canaux ou les grands et nombreux remblais échelonnés entre Briare et Nevers.

Digitized by Google

d'où la nécessité d'alléger les bateaux, et de se livrer dans chacune des écluses de tête à des déchargements et des rechargements onéreux.

En temps de crue, les susdites difficultés se transformaient, comme on doit facilement le comprendre, en impossibilité absolue.

On trouvera dans la brochure d'intéressants détails sur le remorquage des 9 200 bateaux qui, moitié à la remonte, et moitié à la descente, franchissaient annuellement la Loire, soit à l'aide d'un bateau toueur, soit à l'aide de pilotes spéciaux, désignés dans la region sous le nom de « billeurs ». On y trouvera également le détail des frais occasionnés, soit directement par ces remorquages, soit indirectement par les allègements, les retards et les détériorations du matériel. Nous ne retiendrons que le chiffre total de ces frais qui s'élevaient annuellement à

**253 000** *f*

représentant à 3 0/0 un capital de

8 433 333 *f*

sensiblement égal à celui qui a été appliqué à l'ensemble de l'œuvre dont nous nous occupons.

A ceux qui pourraient s'étonner qu'on ait attendu si longtemps pour apporter à un mal aussi grand, un remède aussi facile et aussi économiquement efficace, la lecture de la brochure de M. Mazoyer permettra de reconnaître l'impossibilité où on se trouvait, en 1838, de traverser la Loire par un port-canal qui ne pouvait évidemment être, à cette époque, qu'un pont en maçonnerie.

Sur trois ouvrages de cette nature existant alors en France, deux venaient d'être construits sur le Canal Latéral :

Celui de Digoin sur la Loire, longueur 200 *m;*
— du Guétin sur l'Allier, — 400 *m.*

Or, par le fait de l'apport des principaux affluents de la Loire entre Digoin et Châtillon :

L'Arroux à Digoin,
La Bèbre près de Dampierre,
L'Aron à Décize,
La Nièvre à Nevers,
L'Allier au Guétin,

le pont à construire à Châtillon ou à Briare ne pouvait pas avoir moins de 600 *m.*

Digitized by Google

Il ne s'agissait plus seulement d'une question de dépenses; il fallait tenir compte aussi de deux autres éléments : « la multiplicité et les dimensions des points d'appui nécessaires; la hauteur disponible ».

Adopter des ouvertures de 16 *m*, comme à Digoin et au Guétin, avec des largeurs de piles de 3 *m*, c'était encombrer le lit du fleuve d'une trentaine de piles, en un point où les crues sont le plus redoutables, et les remous importants, il n'y fallait pas songer; et, d'autre part, les ouvertures de 40 *m* avec piles de 4 *m*, n'étaient pas d'une application assez courante en 1838, même sur les routes, pour qu'on osât s'arrêter à une telle solution pour un pont-canal. On avait à craindre ces crevasses, qu'on n'arrive pas toujours à éviter avec des arches courantes de 16 à 20 *m;* on avait à craindre surtout des poussées excessives sur les culées de l'ouvrage, même en ne surbaissant les arches qu'au 1/3 ou au 1/4, ce qui, il faut le remarquer, représente des différences de niveau de 13,33 *m* et de 10 *m* entre les naissances et la clef de voûte, et aurait conduit à une hauteur beaucoup trop considérable, au point de vue du raccordement de la cuvette maçonnée avec les canaux existants.

On dut donc se résigner en 1838, et longtemps après, à la solution du passage en Loire, malgré les graves et nombreux inconvénients que ce passage présentait.

Mais en 1880, la situation avait changé. La loi de 1879 modifie, en effet, les conditions de navigabilité comme suit :

| | Dimensions avant 1879 | Dimensions depuis 1879 |
|---|---|---|
| Longueur des écluses . . . . . | 30,00 *m* | 38,50 *m* |
| Largeur — . . . . . | 5,20 | 5,20 |
| Mouillage normal . . . . . | 1,60 | 2,20 |
| Hauteur libre sous les ponts . . . . . | 3,00 | 3,70 |

Cette loi devait avoir pour conséquence, si elle était appliquée — et on entreprit de l'appliquer sans retard — en même temps que la transformation des écluses, celle de la batellerie. Les « grands bateaux » de 30 *m* de long sur 5 *m* de large avec 1,60 *m* de tirant d'eau étaient tout naturellement remplacés, au fur et à mesure de l'ouverture à la batellerie des sections transformées, par la péniche du Nord de 300 *t*. Comment obtenir au passage en Loire, pour ce nouveau type, le mouillage de 2,20 *m* qui lui est nécessaire ?

Digitized by Google

Dès que l'eau atteint une hauteur de 1,80 *m* à 2 *m* dans le chenal, le fleuve est en crue et la navigation présente déjà quelques dangers. A la tenue de 2,50 *m* dans le fleuve, la navigation devient radicalement impossible.

Le passage en Loire déjà difficile et coûteux, ainsi qu'on vient de le voir, pour les bateaux calant 1,40 *m* (mouillage 1,60 *m*), ne pouvait donc plus être utilisé pour les péniches calant 1,80 *m* (mouillage 2,20 *m*).

Et cependant, on s'organisait partout ailleurs pour leur donner passage.

Pour ne parler que de la région qui nous occupe, la transformation des écluses était déclarée d'utilité publique,

le 18 septembre 1880 pour le canal du Loing
le 20 juin 1881 — du Centre
le 7 juillet 1881 — de Briare

Cette transformation immédiatement entreprise devait être et a été, en réalité, terminée en 1893.

Le mouillage de 2,20 *m* entre la Seine et la Loire à Briare, et entre la Saône et la Loire à Digoin étant réalisé, pouvait-on songer à laisser en dehors des conditions légales de navigabilité des canaux, les 193 *km* du Canal Latéral qui séparent Briare de Digoin ?

Évidemment non ! et on reprit l'étude du problème que l'emploi désormais possible du métal simplifiait beaucoup. Deux projets furent étudiés, franchissant la Loire, l'un à Châtillon, l'autre à Briare.

On lira avec intérêt la discussion des arguments techniques avec cartes et profils à l'appui (planche 15 du Mémoire), qui firent pencher la balance en faveur du tracé par Briare et que nous nous bornons à indiquer sommairement :

Et, tout d'abord, la Loire ayant sur ce point une pente moyenne de 0,50 *m* par kilomètre et Briare étant situé à 5 *km* en aval de Châtillon, la cote de l'étiage est 2,50 *m* plus bas à Briare qu'à Châtillon, ce qui permet d'abaisser d'autant le niveau du plan d'eau du Canal (1).

(1) La différence entre les niveaux de l'étiage du fleuve et du plan d'eau du Canal ne peut être inférieure à 11,40 *m* et l'établit comme suit :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hauteur des plus hautes eaux au-dessus de l'étiage | | | 6,90 *m* |
| » à ajouter | pour les vagues | 0,50 *m* | 1,50 |
| | pour la saillie des corps flottants | 0,50 | |
| | pour revanche de sécurité | 0,50 | |
| Ossature métallique au-dessous de l'eau de la bâche | | | 0,80 |
| Hauteur de l'eau dans la bâche | | | 2,20 |
| TOTAL | | | 11,40 *m* |

Digitized by Google

En outre, au débouché du Pont-Canal sur la rive droite, le tracé par Châtillon donne lieu à une brusque descente de 11 *m* et à l'obligation de racheter cette différence de niveau sur un parcours de quelques centaines de mètres, à l'aide d'écluses accolées ou tout au moins séparées par des biefs très courts pour regagner le bief des Combles, solution peu satisfaisante car le bief existant des Combles est mal défendu contre les hautes crues de la Loire qu'il côtoie sur 5 *km* jusqu'à Briare, et de plus, le nouveau Canal aurait ainsi, à l'aide des anciennes écluses transformées, à gravir depuis Briare sur un parcours d'environ 4 *km* une hauteur de 11 *m* pour atteindre au bief de Venon, la même cote que celle adoptée sur le Pont-Canal.

Le tracé par Briare ne présente aucun de ces inconvénients. Il a, au contraire, le très sérieux avantage de réunir, — par un seul bief de près de 20 *km*, dont 13 *km* de canal neuf, comprenant le Pont-Canal, — les deux biefs existants, situés à peu près au même niveau sur les deux rives de la Loire ; et par ainsi de supprimer sept écluses, trois sur la rive gauche et quatre sur la rive droite de la Loire.

L'inconvénient du projet par Briare est d'entraîner l'exécution de grands remblais sur la branche neuve, et notamment en deux points où une rupture de digue donnerait lieu, par le fait du voisinage des centres habités, aux plus grands désastres. Aussi, sans entrer dans les détails de construction — fort intéressants, du reste, — des nombreux ouvrages d'art échelonnés sur la branche neuve, de chaque côté du grand Pont-Canal, à savoir, 4 ponts-canaux maçonnés (voir *pl.* 21 *et* 22), 22 aqueducs sous cuvette, 16 passages supérieurs pour deux voies de bateaux, c'est-à-dire ayant, au moins, 20 *m* d'ouverture, nous croyons devoir insister plus spécialement sur l'importance des deux principaux ouvrages de terrassement et sur les précautions prises, tant pour éviter, par les soins apportés à leur exécution, toute chance d'accident, que pour atténuer le mal et en limiter l'étendue si, contre toute attente, une rupture se produisait en un point quelconque.

Aussi bien pour les grands remblais qui traversent sur une longueur de 1 200 *m* la vallée de Châtillon et ses abords que pour celui de 845 *m* de longueur qui contourne en le dominant le village de Saint-Firmin, avec une hauteur moyenne de 5,80 *m* et une hauteur maxima de 6,89 *m* sous cuvette, on ne s'est pas contenté des pilonnages minutieux par couches de 20 *cm* usités



Digitized by Google

en pareil cas, d'un bétonnage de 0,15 *m*, 0,20 *m* et, parfois, 0,25 *m* recouvert d'une chape en ciment et d'un corroi en terre au fond de la cuvette, du perreyage à mortier de ciment des talus intérieurs; on a porté, sur certains points, les largeurs en couronne de ces remblais à 11 *m* et au delà, avec talus extérieurs inclinés à 3 *m* de base et 1 *m* de hauteur, completés et consolidés par des risbernes, plates-formes et glacis de raccordement au sol naturel qui arrivent à porter la demi-largeur d'emprise, à partir de l'axe à 50 mètres, ainsi qu'on peut le constater sur un des huit types de profils en travers de la planche 23.

Ces grands remblais, auxquels il faut ajouter ceux de la digue de protection de Saint-Firmin qui se développe sur 1 381,45 *m* de longueur avec une hauteur de 8,50 *m* au-dessus de l'étiage, représentent les deux tiers environ du cube total de 1 800 000 $m^3$ en chiffres ronds, provenant soit des tranchées, soit de l'accroissement de débouché sur 220 *m* de largeur et 3,50 *m* de profondeur du lit mineur de la Loire vis-à-vis du Pont-Canal.

Et, malgré cet ensemble de précautions et ces multiples garanties de sécurité que nous ne citons pas toutes, car il faudrait entrer dans le détail des travaux d'assainissement, de drainage, de raccordement avec les ouvrages d'art, on a voulu prévoir même l'impossible, et dix portes de garde, judicieusement distribuées sur divers travaux en maçonnerie, permettent d'isoler des sections réduites du canal, non seulement en vue de réparations courantes, mais aussi pour parer, dans le cas peu probable d'une rupture de digue, à l'irruption par la brèche des 4 ou 500 000 $m^3$ contenus dans le bief.

Enfin, par un excès de prudence devant lequel on ne peut que s'incliner, alors que la vie humaine est en jeu, ce n'est qu'à la suite de nombreux essais et de l'élévation graduelle et progressive du mouillage que l'ensemble du bief, d'abord livré à la circulation le 16 septembre 1896, — avec une tenue d'eau de 1,80 *m*, portée ensuite à 2 *m*, — fut définitivement ouvert à titre officiel, avec son mouillage normal de 2,20 *m*, le 1er octobre 1897, et il ne peut plus subsister désormais aucun doute sur la stabilité de la cuvette en remblai.

Quant au Pont-Canal sur la Loire qui, pour assurer un débouché suffisant aux grandes crues du fleuve, avec un minimum de hauteur, devait être nécessairement un pont à bâche métallique, on trouvera dans le mémoire de M. Mazoyer la discussion com-

Digitized by Google

plète des données, d'après lesquelles furent arrêtées les dimensions principales de l'ouvrage. On y verra très clairement :

Pourquoi, en dehors même de la question d'économie, il y avait avantage à remplacer le pont d'inondation, traversant sur 1200 *m* le lit majeur de la Loire, par un pont n'excédant pas les dimensions du lit mineur élargi à 600 *m* et approfondi à 3,50 *m;*

Pourquoi une bâche à une seule voie de bateaux était (à condition toutefois de n'avoir pas plus de 634 *m* de longueur) suffisante pour assurer le passage de tous les bateaux qui fréquentent le canal, et ont par conséquent à traverser le pont du Guétin et les deux écluses accolées;

Pourquoi enfin, on avait adopté pour la traversée de 600 *m* du lit mineur, le type de 15 travées de 40 *m* et piles de 3 *m* qui, avec un débouché net de 556 *m* et un débouché superficiel de 3732 *m* assure l'écoulement de 9000 *m* débités par la Loire, à Briare, dans ses plus grandes crues. De même, en ce qui touche aux fondations des piles en maçonnerie et des culées, le mémoire contient de la page 42 à la page 47, toutes les indications sur les maçonneries de fondation, leur cube et leur prix, le mode d'enfoncement des caissons métalliques, la nature des terrains traversés, avant d'arriver au tuf calcaire très apte à supporter la pression de 4,26 *kg* par centimètre carré, que le Pont-Canal terminé et mis en eau, exerce sur la fondation.

De même enfin, en ce qui touche aux maçonneries des piles et des culées, dont la structure robuste n'exclut pas l'élégance dans la forme.

L'étude de la partie métallique de l'ouvrage mérite une attention toute spéciale.

M. Mazoyer indique que, dès 1881, le service de la navigation entreprit un projet de pont en fer; mais, étant données les conditions à remplir pour un Pont-Canal avec bâche métallique, assurant un mouillage de 2,20 *m* à un bateau de 5 *m* de largeur, l'emploi du fer travaillant à la limite maximum de 6 *kg*, conduisait à des rivures de 0,10 *m* à 0,14 *m* d'épaisseur qui, même avec l'emploi de rivets de 22 à 25 *mm* de diamètre, ne présente de sécurité ni au point de vue du serrage des tôles, ni au point de vue de la résistance aux efforts de glissement longitudinal.

Au contraire, un métal travaillant à la flexion, et avec une limite de travail de 10 *kg*, permettant de réduire les épaisseurs à river à 6 ou 8 *cm*, couvre-joints compris, l'acier doux, en un

Digitized by Google

mot, dont les propriétés commençaient à être connues et appréciées en 1885, venait apporter enfin le moyen pratique de résoudre le problème, dans les meilleures conditions d'économie et de solidité.

Et M. Mazoyer, par qui nous avons entendu rappeler bien souvent de vive voix, et dans les termes les plus flatteurs pour notre Société, le parti qu'il avait tiré, dans l'étude de son projet, des travaux des Ingénieurs civils et de leurs discussions relatives aux progrès de l'industrie métallurgique, a tenu à en apporter dans son mémoire le témoignage officiel. On lit, en effet, page 53:

« ... En 1884, M. Périssé, Ingénieur civil, résumait dans sa » brochure sur l'emploi de l'acier, les plus récents progrès réali- » sés à cette époque par la métallurgie. »

Et il ajoute :

« L'industrie métallurgique était en mesure de fournir, dès » cette époque, des lingots d'acier fondu provenant du conver- » tisseur Bessemer ou d'autres procédés analogues, parfaitement » homogènes, donnant des tôles très douces, présentant une » résistance notablement supérieure à celle du fer (42 *kg*, par » millimètre carré de section au lieu de 30 *kg*), et cependant » offrant des propriétés remarquables d'élasticité (22 *kg* par mil- » limètre carré de section au lieu de 15 *kg* pour le fer) et d'ex- » tension avant rupture (24 0/0). Ce métal mis en œuvre était » livré presque au même prix que le fer. »

Rien ne donne mieux l'idée de ce qu'on avait à attendre à Briare des qualités de ce métal que la comparaison entre les poids, surcharge comprise, du Pont-Canal à une voie de bateaux avec travées de 40 *m* et le poids des ponts de chemin de fer à deux voies avec les ouvertures usuelles de 75 *m*.

D'une part, le poids par mètre courant du pont de Briare qui se compose des

| | | |
|---|---|---|
| | 5 *t* | de son ossature, |
| | 2 200 *t* | de béton maigre, asphalte et empierrement des trottoirs, |
| et | 15 600 *t* | d'eau, |
| forme un total de | 22 800 *t* | à charge normale |
| et de | 24 400 *t* | avec surcharge. |

Digitized by Google

Tandis que, d'autre part, pour un pont de chemin de fer à deux voies avec travée de 75 *m*, le poids total se compose de :

| | |
|---|---|
| | 6 *t* de métal |
| | 10 *t* de surcharge roulante. |
| Total . . | 16 *t* |

Ce qui revient à dire que le poids d'un pont de chemin de fer à deux voies avec ses surcharges roulantes n'atteint que les deux tiers du poids du Pont-Canal à une voie de bateaux.

En dehors de cette comparaison, et pour nous en tenir aux chiffres d'ensemble, nous citerons les deux suivants :

| | |
|---|---|
| Poids de l'ossature métallique . . . . . | 3 000 *t* |
| Poids du pont en charge reposant sur ses appuis. | 14 600 *t* |

On comprend le soin qu'il était nécessaire d'apporter, autant dans les calculs que dans l'examen des dispositions d'ensemble et de détail d'un pareil ouvrage. La preuve que rien n'a été négligé à cet égard se retrouve à chacune des 40 pages que M. Mazoyer a consacrées à la mise en lumière des études théoriques et pratiques auxquelles il s'est livré.

Nous nous bornerons à décrire sommairement le type dont ce long et minutieux travail préparatoire a amené l'adoption définitive.

La bâche à une voie de bateaux du pont de Briare se compose de deux poutres maîtresses en I à âmes pleines, hautes de 3,40 *m* entre les semelles, distantes horizontalement de 7,259 *m* d'axe en axe et reliées à leur partie inférieure par une série de pièces de pont de 0,70 *m* de hauteur, espacées de 1,45 *m*, suivant l'axe du canal.

Ces pièces soutiennent une tôle qui vient, en se recourbant sur chaque côté, se raccorder avec l'âme des poutres maîtresses et constitue ainsi la cuvette.

Au-dessus de chacune des poutres, un chemin de halage de 2,50 *m* de largeur repose sur les semelles et sur une série de consoles formant encorbellement à l'extérieur de la cuvette, et espacées de 1,45 *m* comme les pièces du pont auxquelles elles correspondent.

Une autre série de petites consoles supportent, de chaque côté, à l'intérieur de la bâche et au niveau du plan d'eau, les longrines en bois destinées à amortir le choc des bateaux.

La solidité des fondations permettant de ne redouter aucune différence dans l'horizontalité des appuis, on a adopté le système

Digitized by Google

à travées continues qui, pour un Pont-Canal, présente, sur les travées discontinues, un avantage considérable.

Au lieu d'avoir, en effet, à établir pour chaque travée et sur chaque pile des joints à la fois mobiles et étanches aussi difficiles à surveiller qu'à réparer, on peut avec les travées continues concentrer toutes les difficultés sur les supports extrêmes, où on est arrivé en fait à les résoudre très simplement et très heureusement. Sept travées lancées de la rive droite et huit de la rive gauche à l'aide des méthodes bien connues, jusque sur l'axe de la pile n° 8, y ont été réunies et ancrées pour former une poutre continue de 600 *m* dont la dilatation calculée pour des limites de température de — 20° et + 50°, s'opère sur chaque culée dans une bâche fixe de faible longueur.

La bâche mobile y plonge comme un piston et forme un joint dont un système ingénieux d'étoupes comprimées et de caoutchouc assure l'étanchéité absolue.

Le service du Pont-Canal devant, pour répondre aux besoins de la navigation, être assuré de trois heures du matin à neuf heures du soir, on a dû organiser l'éclairage électrique du Pont et de ses abords pendant les heures de nuit, et on a utilisé à cet effet la hauteur de chute de 7,94 *m* dont on dispose et un volume d'eau de 380 *l* par seconde qu'on emprunte au canal.

Une des deux turbines travaillant avec la moitié de la quantité d'eau susdite, actionne directement une dynamo qui peut assurer un régime de 9 800 watts supérieur de plus de 2 000 watts à ce qu'exige la marche régulière des 122 lampes de 16 bougies réparties sur le Pont-Canal et ses abords.

Nous aurions terminé cet exposé dont les trop longs développements ont pour excuse l'importance de l'œuvre de M. Mazoyer, si, après avoir recommandé la lecture attentive de son mémoire, nous n'avions à recommander aussi à tous ceux qu'il aura intéressés, la visite des grands travaux qui y sont décrits.

Nous serions heureux que notre sympathique président Loreau voulût bien inspirer à son successeur l'idée d'organiser, l'été prochain, une tournée de la Société dans le Bourbonnais.

Mieux que personne, il sait l'accueil qui sera fait aux touristes à Briare. Je suis, quant à moi, tout prêt à me porter garant, avec lui, de l'accueil qu'ils recevront de M. Mazoyer sur toute la partie du réseau navigable dont il a la haute direction.

---

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# LOUIS GONIN

PAR

M. A. MALLET

Nous croyons devoir consacrer ici quelques lignes à la mémoire d'un Collègue qui, entré tardivement dans notre Société, n'a malheureusement pas figuré longtemps sur ses listes, mais qui était connu d'un grand nombre d'entre nous ; il appartenait d'ailleurs à une spécialité peu représentée dans nos rangs et dans laquelle il s'était acquis une réputation très méritée.

Louis-Albert Gonin était né à Lausanne, le 27 décembre 1827; il entra en 1849 à l'École Centrale où l'influence de Perdonnet et de quelques anciens élèves attirait alors beaucoup de jeunes gens de la Suisse romande. Gonin en sortit en 1852 avec le diplôme d'Ingénieur dans la spécialité des constructeurs.

Nous pouvons dire en passant que cette promotion de 1852 a donné un grand nombre d'Ingénieurs distingués; elle figure brillamment sur les listes de notre Société, à laquelle elle a fourni 2 Présidents, Jousselin et Reymond, 2 vice-Présidents, Courras et H. Peligot, un Secrétaire, Tronquoy, 2 Membres du Comité, Dupuy et Gallois, et un certain nombre de Membres, parmi lesquels le regretté A. Pollok, mort cette année dans la catastrophe de *la Bourgogne*.

Gonin passa d'abord quelque temps sur les chantiers du chemin de Metz à Thionville, mais l'ère de l'établissement des voies ferrées venait de s'ouvrir en Suisse et le jeune Ingénieur rentra dans son pays natal où il pensait trouver facilement à occuper son activité. Il fut employé à la construction du chemin de fer de Morges à Yverdon, le premier exécuté sur le territoire vaudois. Cette ligne, de 45 *km* environ, avait été concédée en 1852; elle fut englobée dans le réseau de l'Ouest suisse, devenu depuis Suisse Occidentale et actuellement Jura-Simplon.

Digitized by Google

Mais, dès 1854, les circonstances firent entrer Gonin au service des travaux publics du canton de Vaud, service qu'il ne devait plus quitter jusqu'à sa mort et où s'est accomplie toute sa carrière. Il fut nommé en 1861 Ingénieur cantonal, poste qu'il devait occuper pendant trente-sept ans (1).

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer ici que, depuis l'organisation du service des travaux publics dans le canton de Vaud, organisation qui remonte à 1811, les fonctions d'Ingénieur cantonal qui équivalent à celle d'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées dont Gonin avait le titre, n'ont été remplies que par six titulaires dont 4 ont occupé le poste pendant une période de quatre à huit ans, un, le célèbre Pichard mort en 1841 et qui était Ingénieur en chef honoraire des Ponts et Chaussées de France, pendant vingt-trois ans et le dernier, Gonin, pendant trente-sept ans.

Si la carrière de notre Collègue n'a pas été variée, elle n'en a pas été moins bien remplie et, si le territoire sur lequel avait à s'exercer son activité n'était pas très étendu, 3 300 $km^2$ environ, les travaux à exécuter étaient nombreux.

Le service comprenait tout d'abord l'entretien et la construction des routes. Dans un travail sur lequel nous reviendrons tout à l'heure, Gonin faisait remarquer avec raison que, contrairement à l'opinion assez répandue que l'introduction des voies ferrées aurait pour conséquence de ralentir ou même de faire cesser la construction des routes, plus la circulation se trouve stimulée par la locomotion rapide et économique, plus aussi la nécessité d'améliorer les routes et d'en ouvrir de nouvelles s'est fait sentir d'une manière impérieuse. Le réseau des routes du canton de Vaud compte environ 1 800 *km* et certaines de ces routes, établies dans les districts montagneux, constituent des ouvrages d'art très remarquables.

Viennent ensuite la conservation des rivages des nombreux cours d'eau et des trois lacs, Léman, de Neuchâtel et de Morat, les corrections fluviales, les chemins de fer, le service des mines et le service topographique.

Nous citerons parmi les travaux les plus importants exécutés sous la direction de Gonin, l'endiguement de la rive vaudoise du Rhône et l'assainissement de la plaine qui borde ce fleuve, la correction de la Gryonne et surtout les travaux d'assainisse-

(1) L'Ecole Centrale a fourni à la Suisse un certain nombre d'ingénieurs cantonaux ; nous citerons parmi les noms qui nous reviennent à la mémoire en dehors de Gonin, ceux de : Graffenried à Berne, Grand à Neuchâtel, Zetter à Soleure, Wurth à Genève, il y en a probablement encore plusieurs autres.

Digitized by Google

ment de la plaine de l'Orbe qui, commencés en 1875, doivent durer encore plusieurs années et dont la dépense totale dépassera 4 millions de francs, somme qui, même en tenant compte des subventions de la Confédération, est fort élevée pour le budget d'un petit pays.

Nous n'insisterons pas sur ce qui concerne ces questions ; on le trouvera exposé avec des détails complets dans l'ouvrage intitulé : *Mémorial des travaux publics du canton de Vaud*, rédigé sous la direction de Gonin et en partie par lui-même, ouvrage écrit à l'occasion de l'Exposition nationale suisse de 1896 et dont nous avons donné une analyse dans le *Bulletin* de janvier 1897. En appréciant cet ouvrage, nous avons dû rappeler la part considérable qu'avait eue dans les travaux qui y sont relatés notre Collègue, dont la modestie bien connue tendait toujours à agrandir le rôle de ses collaborateurs aux dépens du sien.

Les rares loisirs que lui laissait un service très absorbant étaient consacrés par Gonin à des études relatives à l'art de l'Ingénieur. Une des plus remarquables est celle qu'il fit d'un appareil de propulsion connu sous le nom de « Tube Gonin » et qu'il destinait à diverses applications, telles que chemins de fer à fortes rampes, ascenseurs, extraction dans les mines, plans inclinés pour remplacer les écluses, etc.

Le principe de ce système était l'emploi d'un tube métallique fendu, avec une soupape longitudinale laissant passer une lame attachée à un piston pouvant se déplacer dans le tube. Ce tube ressemblait à l'organe analogue des chemins de fer atmosphériques, mais il fonctionnait par pression intérieure et non par le vide.

Gonin fit en 1879, à Genève, avec le concours de notre éminent Collègue, M. Th. Turrettini, des expériences avec un tube d'essai dans le but de se rendre compte des résistances passives de cet appareil. Le piston actionné par l'air comprimé agissait sur un dynamomètre également à air comprimé de sorte que le rapport des pressions indiquées par les deux manomètres, rapportées à des surfaces égales de pistons, donnait le rendement de l'appareil. Ce rendement fut trouvé en moyenne de 0,949, c'est-à-dire que les frottements du piston et de ses accessoires n'absorbaient que 51 millièmes de l'effort moteur.

Gonin fit quelques applications à peu près insignifiantes de son appareil, à des ascenseurs par exemple, mais il le croyait apte à rendre des services pour des ouvrages importants, et il fit avec

Digitized by Google

la collaboration de M. Huc-Mazelet, Ingénieur à Lausanne, l'étude très complète d'un ascenseur pour bateaux destiné à remplacer les sept écluses du bief de partage du Canal du Centre.

Cette installation devait comporter un tube propulseur de 0,45 *m* de diamètre et 180 *m* de longueur, incliné à 10 0/0, de manière à racheter une différence de niveau de 18 *m*. Le piston, actionné par l'eau sous pression, fournie par un ensemble d'accumulateurs, déplaçait, roulant sur 4 files de rails et porté sur 58 essieux, un bac métallique rectangulaire de 45 *m* de longueur, 5,20 *m* de largeur et 2,50 *m* de hauteur, pouvant contenir à flot un bateau de 300 *t*. Le poids à déplacer était de 700 *t*. Nous n'insisterons pas sur cette étude très bien faite dont nous avons donné un compte rendu détaillé dans le *Génie Civil*, du 29 août 1891.

Nous rappellerons seulement que ce projet fut l'objet d'un rapport flatteur de MM. Fontaine, Ingénieur en chef et Desmur, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées. Ce rapport, qui remonte à 1886, concluait à la prise en considération du projet et proposait, sous réserve de l'approbation de la Commission des Inventions, de faire allouer par le Ministère un crédit de 105 000 *f* destiné à exécuter sur le système quelques expériences préliminaires dans des conditions plus larges que celles qui avaient été faites à Genève. Le rapport se terminait en exprimant le vœu, qu'en tout cas, M. le Ministre accordât, aux savants auteurs du projet, des éloges très mérités et de très sérieux encouragements, en attendant qu'une application de leur système devint possible sur quelque point des nouveaux canaux français, en construction ou en projet. Ce rapport paraît n'avoir eu aucune suite et nous croyons savoir que les « savants auteurs du projet » n'ont jamais reçu ni le moindre éloge, ni le moindre témoignage officiel de satisfaction, monnaie pourtant courante et peu coûteuse, dont les administrations publiques ne se montrent généralement pas avares.

Gonin a écrit de nombreuses notes, surtout des comptes rendus de visites techniques ou de congrès auxquels il avait assisté; presque tous ces articles ont paru dans les Bulletins de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes, dont il avait été un des fondateurs en 1875 et dont il avait été nommé Président d'honneur, après avoir en été treize ans Président effectif.

A un âge déjà avancé, notre Collègue avait conservé toute son activité, nous pouvons même ajouter tout l'entrain de la jeunesse, comme nous avons pu le constater une fois de plus en nous

Digitized by Google

trouvant avec lui à l'inauguration du tramway électrique de Bex, au mois de septembre dernier. Nous avions reçu, il y peu de jours, une lettre de lui nous apportant la demande d'admission de l'éminent Ingénieur-Électricien, M. Palaz, que nous l'avions prié de vouloir bien recruter pour notre Société, lorsque nous avons eu la douleur d'apprendre sa mort survenue subitement à Lausanne, le 18 décembre.

Ingénieur et administrateur distingué, camarade et collègue dévoué et obligeant, caractère élevé, de relations agréables et sûres, Gonin laisse les meilleurs souvenirs à tous ceux qui l'ont connu.

Digitized by Google

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

# PIERRE BERTHOT

PAR

**M. Auguste MOREAU.**

---

Le monde savant et le monde technique viennent de faire une grande perte en la personne de Pierre Berthot, Ingénieur des Arts et Manufactures et membre de notre Société depuis 1857, décédé le 20 novembre dernier, à Paris, à l'âge de 65 ans.

Né à Paris le 3 septembre 1833, Berthot, après de solides études au collège Bourbon (aujourd'hui lycée Condorcet), entrait, en 1852, dans un très bon rang, à l'École Centrale, et en sortait le premier de sa promotion, en 1855.

Il fut depuis successivement : Ingénieur au Creusot, où il fit connaissance de M. Janssen, le célèbre astronome, qui resta son ami jusqu'à son dernier jour : Ingénieur des Travaux Publics de la province de Bahia au Brésil ; Ingénieur des papeteries du Marais, de la maison de constructions métalliques Eiffel et C^ie^, de l'usine de platine Chapuis. Entre temps, il était Ingénieur de classe aux Expositions universelles de Paris de 1878, 1889, et Ingénieur en chef de l'Exposition de Moscou, en 1891, à la suite de laquelle il obtenait la croix de commandeur de l'ordre de Saint-Stanislas de Russie. Tout récemment encore, il était nommé Ingénieur du Service mécanique de l'Exposition de 1900, fonctions qu'il dut abandonner, faute de temps, pour se livrer tout entier à ses occupations courantes à la Compagnie du nouveau canal de Panama.

Berthot consacrait encore au travail le temps que beaucoup d'autres passent à se reposer où à se distraire. Le soir, à ses moments perdus, il écrivait des ouvrages estimés comme le *Traité de l'élévation des eaux* (Baudry, éd.), *Les Ponts, Routes et Canaux* (Fanchon, éd.), etc. ; il s'abandonnait là entièrement à sa nature spéculative et à son amour inné des mathématiques supérieures : ainsi il envoyait à l'Académie des Sciences de Paris et

Digitized by Google

aux Académies de Bruxelles et de Suède, des études mécaniques très appréciées.

Nos collègues se rappellent qu'en 1886, il obtenait la médaille d'or annuelle de notre Société, précisément pour un très remarquable mémoire sur les *forces mutuelles*.

Berthot a, en réalité, manqué sa vocation : il était trop détaché des préoccupations matérielles, trop peu doué du sens pratique de la vie, pour se livrer à l'industrie ; il ne se plaisait qu'aux abstractions, il n'était heureux que lorsqu'il pouvait se livrer à la science pure et exposer à quelque ami affectionné ses dernières découvertes. Il était né pour être professeur de Faculté, et il est impossible de s'expliquer comment l'École Centrale, dont il était sorti le premier, a pu négliger de s'attacher un sujet aussi distingué, une nature d'élite comme la sienne, qui aurait brillamment tenu sa place dans l'aréopage des maîtres de cette savante maison.

En dehors de ses qualités de travailleur et de savant, Berthot était un grand cœur se donnant tout entier à ceux qu'il aimait ; il était particulièrement affectueux avec ceux qui n'avaient pas son âge et auxquels il prodiguait ses excellents conseils et ses meilleures marques d'amitié dans les plus mauvais moments. Nous pouvons en parler en connaissance de cause pour en avoir nous-même très souvent fait l'expérience. Il laisse derrière lui le souvenir d'un homme de bien, dans la plus large acception du mot ; tous ceux qui l'ont approché se rappelleront toujours son extrême bienveillance, son inaltérable bonté, son empressement à rendre service. Ceux qui ont eu, plus particulièrement, le bonheur d'être comptés parmi ses intimes, ne verront jamais se combler le vide immense produit par sa disparition.

Aux obsèques, qui eurent lieu le 23 décembre dernier, en l'église Notre-Dame-des-Champs, une foule nombreuse de savants, d'Ingénieurs, d'amis, se pressait derrière le corbillard chargé de fleurs et de couronnes : nous citerons, en particulier, MM. Haton de la Goupillière et Janssen, de l'Institut.

Au cimetière Montmartre, où eut lieu l'inhumation, dans un caveau de famille, M. Janssen prononça le discours suivant :

MESSIEURS,

« C'est avec une émotion bien profonde que je viens dire un dernier adieu à un vieil ami de cinquante ans, enlevé si soudainement et si cruellement à ma profonde et douce affection.

Digitized by Google

» C'est, Messieurs, que le caractère de Berthot était aussi bon, aussi affectueux, aussi charmant, que sa science était étendue et élevée.

» Berthot a été un des Ingénieurs les plus distingués de l'École Centrale. Il y était entré dans un bon rang, et sorti le premier. Il y avait contracté des amitiés qui ont duré autant que sa vie. Parmi ces amitiés nous distinguons surtout celles qu'il lia avec les plus grands Ingénieurs de notre temps, avec celui dont les grands travaux, à l'étranger et en France, ont illustré le Génie Civil français : j'ai nommé M. Eiffel.

» Berthot, indépendamment de sa science d'Ingénieur, avait un goût tout particulier pour l'analyse mathématique et ses applications les plus élevées aux sciences physiques. Les questions de mécanique moléculaire, dans leurs parties les plus délicates, le préoccupaient sans cesse.

» Dans ces dernières années, il m'avait entretenu d'une théorie qui tendait à comprendre dans une même formule, la gravitation Newtonnienne et les forces qui régissent les actions moléculaires. Je fus assez heureux pour obtenir de l'Académie de Bruxelles, qu'elle insérât cet intéressant travail dans le recueil de ses Mémoires. Quel que soit l'avenir réservé à cette théorie, on la consultera toujours avec intérêt et avec fruit.

» Si l'on considère l'étendue des connaissances de Berthot, son goût si vif pour la théorie, son talent d'exposition, on sera amené à regretter qu'il n'ait pas dirigé sa carrière vers le professorat. Sorti le premier de l'École Centrale, il était en quelque sorte désigné pour y devenir professeur, et, certainement, il en eût été un des maîtres les plus aimés et les plus distingués. C'était bien là l'atmosphère calme et sereine qui convenait à sa nature spéculative. C'est ce goût inné et impérieux des hautes études qui ont rendu Berthot trop oublieux de la conduite de sa carrière et trop peu soucieux de ses intérêts. Mais, dans cette âme toute éprise de beautés intellectuelles et qui y trouvait toute satisfaction, il n'y eut jamais place pour le moindre sentiment d'amertume ou de jalousie.

» C'est là, Messieurs, ce qui lui méritait, de notre part, une si haute estime et une profonde sympathie ; c'est là, encore, ce qui assurera à sa mémoire un souvenir ému et durable.

» Adieu, Berthot, adieu mon cher et vieil ami ; tu ne seras pas remplacé dans mon affection. »

Digitized by Google

M. Auguste Moreau parla ensuite en ces termes :

« Au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France et de l'École Centrale des Arts et manufactures, dont il était un des plus brillants sujets, je viens à mon tour adresser quelques paroles d'adieu à notre pauvre ami Pierre Berthot, qui est là, dans ce cercueil, endormi pour jamais !

» Berthot avait une vive affection pour ces deux institutions qu'il ne séparait jamais l'une de l'autre ; en outre, profond patriote, c'était avec une vive satisfaction qu'il aimait à rappeler ses travaux techniques à l'étranger, au Brésil, en Portugal, à Moscou ; cela lui avait, en effet, permis de porter haut et ferme le drapeau du Génie Civil et celui de la France, et il en éprouvait une légitime fierté.

» Il a d'ailleurs grandement honoré son pays et notre corporation par sa haute honorabilité de même que par ses travaux de premier ordre qui lui ont valu la croix de Saint-Stanislas de Russie, et la médaille d'or de la Société des Ingénieurs Civils. Mais, comme on vient de le dire si éloquemment, son inclination naturelle le disposait vers la science pure et il eut à plusieurs reprises les honneurs de l'insertion dans les Bulletins des académies françaises et étrangères.

» Nous oublierions le plus important si nous ne rappelions l'ami exquis qu'était Berthot, la nature exceptionnellement bonne qu'il possédait. Vous tous, qui nous entourez et qui l'avez connu, vous savez aussi bien que nous les trésors d'affection qu'il avait en réserve pour ceux qu'il aimait, et l'extrême bienveillance qu'il professait à l'égard de tous : indices certains d'un homme absolument supérieur.

» Eh bien ! voilà celui qui vient de nous être enlevé d'une manière si subite et si inattendue ! Voilà celui que cette grande et inepte faucheuse, la mort, vient de coucher dans son linceul pour l'éternité !

» Adieu ! mon cher Berthot, adieu au nom de tous nos Collègues, de tous nos Camarades, de tous nos amis. Aussi bien vous n'êtes point mort pour nous, car ceux qui laissent derrière eux de pareils souvenirs, ne disparaissent pas complètement ! Et je suis l'interprète de tous ceux qui vous ont connu, de tous ceux qui m'entourent, en ce moment, en un mot de tous ceux qui vous ont aimé, en affirmant que votre souvenir restera toujours gravé au plus profond de nos cœurs. »

Digitized by Google

# CHRONIQUE

## N° 228

Sommaire. — Emploi dans les machines à vapeur de la condensation avec refroidissement de l'eau. — Le pont Victoria sur le Saint-Laurent. — Les chemins de fer minuscules en Angleterre. — Trains monstres aux Etats-Unis. — Abonnements généraux sur les chemins de fer suisses. — Sir John Fowler. — Production de minerais de fer en Espagne. — Le moteur Keely.

**Emploi dans les machines à vapeur de la condensation avec refroidissement de l'eau.** — On a trouvé dans bien des cas avantage à employer la condensation dans les moteurs à vapeur avec refroidissement de l'eau, lorsqu'on ne dispose pas d'une quantité suffisante d'eau. Nous croyons intéressant de donner l'exemple suivant, parce qu'il contient des chiffres qui permettent d'apprécier les avantages réalisés par la substitution d'une machine à condensation à un moteur à échappement libre. Nous le trouvons dans une communication toute récente de M. J. H. Vail à l'American Society of Mechanical Engineers.

Il s'agit d'une station centrale d'éclairage électrique contenant vingt-sept chaudières, chacune de 1,22 *m* de diamètre, 6,10 *m* de longueur, contenant 22 tubes de 0,127 *m* de diamètre. Ces chaudières étaient posées deux à deux dans un foyer dont la grille avait 1,52 *m* de largeur sur 2,55 *m* de longueur ; la dernière chaudière avait son foyers pécial.

Dans l'état primitif, la charge de la station nécessitait l'emploi de la puissance évaporatoire des générateurs à son extrême limite. Après un examen préalable, l'auteur recommanda l'adoption de la condensation et celle d'une tour de refroidissement pour l'eau, ce qui permettrait de ne pas toucher aux chaudières et d'éviter les dépenses considérables résultant de l'installation de générateurs supplémentaires et de constructions pour les recevoir ; de plus, on obtiendrait une notable économie de combustible et on pourrait accroître la puissance de la station.

On fit d'abord deux essais de vaporisation avec de la houille de Shenandoah sur une paire de chaudières ; on constata qu'avec l'alimentation à 97° C., chaque chaudière vaporisait à 100° avec de l'eau à 100°, 1 940 *l*, avec une production de 8,24 *kg* par kilogramme de combustible. En même temps, on trouvait que le moteur Buckeye à cylindre de 0,469 *m* × 0,761 *m*, marchant à échappement libre, dépensait 21,2 *kg* de vapeur par cheval-heure.

M. J. H. Vail proposa de transformer le moteur simple Buckeye en machine compound-tandem à cylindres de 363 et 635 *mm* de diamètre, avec course commune de 0,761 *m*, de monter une autre machine compound-tandem de 750 chevaux, de faire une installation de condensation avec pompes à air indépendantes et d'établir une tour pour le refroidissement continu de l'eau de condensation.

On devait également augmenter un peu la pression de marche aux chaudières, sans rien modifier à leur installation.

L'appareil de refroidissement se compose de deux tours à section rectangulaire ayant à l'intérieur 3,67 *m* × 5,40 *m* avec une hauteur de 9 *m* environ. Chacune reçoit un fort courant d'air fourni par deux

Digitized by Google

ventilateurs. L'eau chaude venant du condenseur par un tuyau en fer de 0,264 *m* de diamètre se distribue également dans une série de 96 tuyaux placés transversalement et perforés de trous par lesquels tombe l'eau qui rencontre très divisée le courant d'air et se refroidit par l'évaporation partielle. On a prévu des moyens de nettoyer ces tuyaux dont les trous se bouchent facilement par les matières grasses provenant des cylindres.

L'eau tombe sur des toiles métalliques en fils d'acier galvanisés ; ces toiles sont suspendues à des crochets et sont faciles à enlever pour le nettoyage et les réparations. Les toiles ont chacune 3,60 *m* × 4,65 *m* et présentent une surface totale de 750 $m^2$.

Les ventilateurs qui produisent le courant d'air ont 2,44 *m* de diamètre et, à la vitesse de 150 tours par minute, les quatre débitent un volume collectif de 10 000 $m^3$ par minute.

Chaque moitié de l'installation de refroidissement est calculée pour ramener de 55,5° C. à 26.6°, différence 29° environ, la quantité d'eau nécessaire pour condenser 5 660 *kg* de vapeur sortant de la machine, lorsque la température de l'atmosphère ne dépasse pas 22° C. et le degré hygrométrique 0,85.

La hauteur totale d'élévation de l'eau depuis le condenseur jusqu'au point où elle se décharge, en haut de la tour, est de 17,50 *m* ; il en résulte un travail considérable pour la pompe de circulation, mais il était impossible de faire autrement. Le condenseur est un condenseur ordinaire à injection et la pompe à air est verticale à double corps, du système Blake.

Comme il était très important de pouvoir varier la vitesse de rotation des ventilateurs, ceux-ci sont actionnés par une petite machine à vapeur verticale qui attaque directement l'axe de chaque paire.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus pour le refroidissement, aux diverses époques de l'année, c'est-à-dire avec des températures différentes de l'air extérieur.

| | 1898 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31 janvier | Février | 20 juin | Juillet | 26 août | 4 novembre |
| Dates et heures | 9 h. m. | 8 h. m. | 8 h. m. | 8 h. m. | 8 h. m. | 5 h. s. |
| Température de l'air extérieur, degrés. | — 1° C | 2,2 | 25,3 | 35,2 | 29,6 | 14,9 |
| — de l'eau sortant du condenseur | 43,3° C | 43,3 | 48,8 | 54,4 | 47,7 | 48,3 |
| Température de l'eau refroidie | 18,3 | 28,9 | 28,8 | 33,9 | 31,1 | 27,8 |
| Différence ou refroidissement | 25 | 14,4 | 20 | 20,5 | 16,6 | 20,5 |
| Nombre de tours des ventilateurs par minute | 36 | 0 | 145 | 162 | 150 | 148 |
| Vide au condenseur. *m* | 0,648 | 0,660 | 0,636 | 0,622 | 0,648 | 0,638 |
| Nombre de tours de la pompe à air | 30 | 30 | 37 | 44 | 43 | 28 |
| Pression aux chaudières *kg* | 7,80 | 7,80 | 8,50 | 8,50 | 8,50 | 8,00 |
| Température de l'alimentation. degrés. | 100° C | 100 | 99 | 100 | 101 | 101 |



Digitized by Google

Après la modification de la machine Buckeye, opérée par la pose de nouveaux cylindres disposés en tandem sur les anciens bâtis et quelques arrangements relatifs à la distribution, on obtint les résultats suivants : avec 137 tours par minute, de la vapeur à la pression effective de 8 *kg* par centimètre carré et un vide de 0,661 *m*, le travail développé dans le cylindre à haute pression a été trouvé de 163,4 *ch* ; celui du cylindre à basse pression de 168,5, total 331,9 *ch*., dont 90,5 obtenus par le vide partiel ou dépression au-dessous de la ligne atmosphérique. On remarquera que le travail est divisé en parties presque égales entre les deux cylindres.

Ce moteur comporte un réservoir intermédiaire avec réchauffage de la vapeur entre les deux cylindres ; il a été fait plusieurs essais pour permettre d'apprécier la valeur de ce réchauffage ; on a constaté une consommation excessive de vapeur pour le supplément de travail obtenu dans le cylindre à basse pression, 26 *kg* de vapeur pour chaque cheval, et on en a abandonné l'emploi.

On avait installé, en plus de la machine modifiée dont nous venons de parler, une machine Compound à condensation à cylindres de 0,508 et 0, 915 *m* de diamètre et 1,067 *m* de course, marchant à 120 tours par minute. Ce moteur, du type Corliss, a été construit par la Pennsylvania Iron Works et actionne directement une génératrice Stanlay à courant biphasé de 500 kilowatts.

L'installation de condensation et de refroidissement fonctionne dans des limites très variables, de 7 à 17 heures par jour. Voici un tableau donnant le travail maximum obtenu dans un cas remarquable, le 2 août 1898, comparé avec le travail minimum établi d'après les relevés journaliers :

| | Maximum | Minimum |
|---|---|---|
| | — | — |
| Température de l'air extérieur . . . . . | 39°,5 | 28°,3 |
| — de l'eau à la sortie des condenseurs . | 53°,3 | 41°,0 |
| — — à la sortie du réfrigérant . . | 36°,6 | 29,°5 |
| Différence de température ou refroidissement. . . | 16°,7 | 18°,5 |
| Nombre de tours des ventilateurs par minute . . . | 160 | 140 |
| Vide au condenseur . . . . . *m* | 0,661 | 0,508 |
| Nombre de tours de la pompe à air . . . . . | 50 | 38 |
| Pression aux chaudières . . . . . *kg* | 8,60 | 7,10 |
| Température de l'eau d'alimentation. . . . . | 100° | 93° |
| Travail développé en chevaux. . . . . | 900 | 400 |

On voit qu'un travail considérable a été développé pendant 17 heures consécutives, non pas en expériences, mais en service journalier courant. On a relevé le travail indiqué absorbé par les ventilateurs et la pompe et on a trouvé les chiffres respectifs de 13,5 et 13,75 *ch*. Si on les déduit du travail dû à l'emploi de la condensation dans le moteur, soit 185,1 *ch*, on trouve pour gain net de cet emploi 157,85 *ch*.

L'installation comporte encore deux réchauffeurs d'eau d'alimentation ; le premier emploie la chaleur de la vapeur d'échappement dans son passage des cylindres à basse pression au condenseur ; le second utilise le

Digitized by Google

calorique de la vapeur des machines des pompes à air, des machines d'alimentation et d'autres moteurs auxiliaires.

En résumé, l'économie résultant de l'opération effectuée se traduit par ce fait que les mêmes chaudières qui, primitivement, suffisaient à peine à elles toutes au service de la station, se prêtent actuellement si facilement à un service plus considérable qu'on n'est pas obligé de les employer toutes et qu'on peut en laisser plusieurs en réserve.

**Le pont Victoria sur le Saint-Laurent.** — Le pont Victoria sur le Saint-Laurent, qui relie près de Montréal l'État américain du Maine au Canada et donne passage au grand Trunk Railroad, a été construit par Robert Stephenson après le pont Britannia et sur le même type. Cet ouvrage a été commencé en 1854 et terminé en 1859. C'était, à l'époque où il a été fait, le plus long pont du monde et c'est encore actuellement un des plus grands ouvrages de ce genre.

Il se compose de 24 travées de 77,90 *m* de portée et d'une pour la navigation de 106 *m*, ce qui donne, avec les approches, une longueur totale de 2 010 *m*. Il est constitué par un tube rectangulaire de 4,88 *m* de largeur et de 5,50 *m* de hauteur, dont la partie inférieure est à 18 *m* au-dessus des plus hautes eaux du fleuve. Le poids total du métal entrant dans la construction est d'environ 10 000 *t* et le cube des maçonneries des piles et culées, de 100 000 $m^3$. L'ouvrage a coûté 35 000 000 *f*, somme qui ne paraîtra pas excessive si on considère qu'il y a cinquante ans on ne possédait pas les ressources et les moyens dont on dispose aujourd'hui et que les matériaux étaient beaucoup plus chers.

Le pont Victoria servait dans les derniers temps au trafic de plusieurs lignes de chemins de fer outre le Grand Trunk Ry, et, comme il était à voie unique, il était devenu tout à fait insuffisant; de plus, il avait l'inconvénient grave de ne pouvoir servir au passage des piétons, des charrois, des tramways, etc. On avait souvent proposé d'établir un autre pont à quelque distance (1), mais on reculait devant la dépense. On s'est décidé à remplacer simplement le tablier par un nouveau tablier à deux voies, et pour pouvoir faire cette modification sans interrompre la circulation, on a eu l'idée ingénieuse d'établir un pont américain à treillis articulé autour du tube actuel qui servait ainsi d'échafaudage pour le montage.

La nouvelle superstructure se compose de deux poutres à triangles à grandes mailles et à montants verticaux assemblés à articulation avec les voies à la partie inférieure; les poutrelles qui supportent ces voies se prolongent au delà des poutres pour porter des trottoirs latéraux servant à la circulation des piétons, des voitures et des tramways; la largeur totale du pont est ainsi portée à 20,15 *m*.

A la partie supérieure du tube qui forme la superstructure primitive, ont été installés des rails sur lesquels roule l'échafaudage qui sert au montage des nouvelles poutres, échafaudage qui peut être déplacé par le moyen de palans et de treuils actionnés par une machine à vapeur fixe. Le temps nécessaire pour amener l'échafaudage d'une extrémité à l'autre d'une travée ne dépasse pas six minutes.

(1) Voir *Chronique* de juillet 1890, page 176.

Digitized by Google

La reconstruction de la première travée a été commencée le 8 décembre 1897 et a été terminée le 25 du même mois. On a dû alors suspendre les travaux à cause du froid jusqu'au 23 mars 1898, époque à laquelle on a commencé la reconstruction de la deuxième travée et poursuivi le travail successivement sur toutes sans interruption; la totalité de l'ouvrage était achevée le 19 août, sans que, pendant ces cinq mois, la circulation ait été interrompue plus de 25 heures en totalité.

La nouvelle superstructure étant faite il restait un travail extrêmement fastidieux à exécuter, l'enlèvement du pont tubulaire primitif; pour ne pas interrompre le trafic cet enlèvement doit se faire pièces par pièces. On coupe les rivets et on enlève les tôles et fers par portions. C'est une opération lente et coûteuse qui se poursuit en ce moment. Ce remarquable travail a été fait sous la direction de l'Ingénieur en chef du Grand Trunk Ry, M. Joseph Hobson. On doit le signaler tant à cause de la hardiesse du projet que pour l'importance exceptionnelle de l'ouvrage.

**Les chemins de fer minuscules en Angleterre.** — Un correspondant anonyme nous a adressé un fragment du journal anglais *Tit-Bits* qui contient, sous le titre : « Facts about tiny railways », l'intéressant article que nous reproduisons ci-après. Nous remercions ici l'auteur inconnu de cet envoi en exprimant le désir que cet exemple soit fréquemment suivi.

Beaucoup de personnes sont portées à penser qu'un chemin de fer ne peut pas être exploité pratiquement avec une locomotive unique; or, il n'y a pas dans la Grande-Bretagne moins de dix Compagnies de chemins de fer faisant tant bien que mal leur service avec un seul coursier de fer. Quatorze autres possèdent deux locomotives et enfin huit, plus fortunées, arrivent au chiffre imposant de trois.

Une des plus intéressantes de ces lignes minuscules est ce qu'on appelle le Ravenglass and Eskdale Ry, qui se trouve près de Whitehaven, dans le Cumberland, et va de Ravenglass à Boot, localités distantes d'un peu plus de 11 *km*. Le personnel de cette ligne ne se compose que de cinq personnes : deux poseurs de voie, un mécanicien, un chauffeur et ce qu'on pourrait appeler un employé à tout faire.

Entre les stations, la machine cherche, à l'occasion, à atteindre une vitesse de 10 *km* à l'heure, mais l'obligeant mécanicien est toujours disposé à arrêter le train pour permettre à quelqu'un de monter ou de descendre en dehors des arrêts réguliers. A chaque station le conducteur descend et ouvre la porte du bureau où il remplit l'office de distributeur et de collecteur des billets; il referme ensuite le bureau, s'occupe des bagages s'il y en a et donne au mécanicien le signal du départ.

La ligne de Lynton à Barnstaple est la plus récente addition à cette intéressante collection de chemins de fer en miniature et elle promet de devenir bientôt une des meilleures affaires financières de ce genre. La longueur totale n'est que de 32 *km*, et il y a cinq trains par jour dans chaque sens. Le tracé traverse la plus riante partie du Devonshire et, pour permettre aux voyageurs de ne rien perdre de ce qu'il y a à voir, le train comporte un *observation car*, de dimensions naturellement

Digitized by Google

réduites, établi dans le style américain le plus récent. Les locomotives (1) à la voie de 1,22 *m* sont très puissantes pour leur poids et peuvent remorquer 50 *t* sur une inclinaison de 20 0/00 à la vitesse de 30 *km* à l'heure.

Le chemin de fer du Festiniog, ouvert en 1836, est un des plus anciens parmi les petits chemins de fer; il a 22,5 *km* de longueur et possède actuellement neuf locomotives; mais le chemin de fer d'Easingwold est probablement le plus petit qu'il y ait en Angleterre. Il n'a que 3 *km* de longueur et son matériel roulant se compose simplement d'une petite locomotive et de deux voitures à voyageurs.

Le chemin de fer du Lambourne-Valley, ouvert au service des voyageurs le 4 avril de cette année, a eu une carrière très accidentée depuis que sa construction a été commencée. Le tracé va de la station de Great Western à Newbury jusqu'à Lambourne, sur une distance de 20 *km*. Les travaux ont été commencés en 1883, mais, par suite de difficultés financières, l'œuvre ne put être poursuivie et ce ne fut qu'après plusieurs tentatives inutiles que la ligne finit par être achevée cette année avec l'aide de la Compagnie du Great Western.

Le matériel roulant se compose d'une unique locomotive, de deux voitures à voyageurs et de dix-huit wagons à marchandises, ces derniers loués au Great Western.

Le Hundred of Manhood and Selsey Tramway est une des lignes légères les plus récemment ouvertes et relie la ville de Chichester à un promontoire du nom de Selsey-Hill qui s'avance dans la Manche. Cette ligne est à la voie normale de 1,44 *m* pour permettre au matériel du London, Brighton and South Coast de circuler sur ses rails.

Ce singulier petit chemin de fer n'a que deux files de rails et aucune espèce de signaux. Les rares aiguilles qu'on y trouve sont manœuvrées par des leviers que déplace le mécanicien ou le chauffeur lorsque c'est nécessaire. La Compagnie ne possède que deux locomotives appelées *Selsey* et *Chichester*, la première servant pour les trains de voyageurs et l'autre pour les marchandises.

A un endroit la ligne franchit le canal de Chichester au moyen d'un pont mobile de construction assez frêle, qu'on manœuvre pour laisser passer les bateaux. Les premiers temps de l'ouverture de la ligne on avait, paraît-il, la précaution de faire stationner un bateau sous le pont pour que, si celui-ci venait à manquer, le train ne tombât pas dans le canal.

Dans une occasion, après avoir été ouvert, ce pont malencontreux refusa de se laisser refermer. Pour faire passer la machine de l'autre côté du canal, on dut la faire traîner sur la route voisine par une locomotive routière. Par suite de cette circonstance, le trafic fut suspendu pendant trois jours.

**Trains monstres aux États-Unis.** — Les journaux américains

(1) Ces locomotives, du type *double ender*, fournies par la fabrique Baldwin, de Philadelphie, sont, dit-on, les premières locomotives américaines fournies en Angleterre depuis soixante ans.

Digitized by Google

ont beaucoup parlé de trains d'un poids énorme mis en circulation, exceptionnellement, il est vrai, sur les chemins de fer des États-Unis.

Ainsi, vers le milieu d'octobre dernier, un train, formé de 81 wagons chargés de 80 000 bushels de grain, pesant environ 2 000 *t*, soit un poids total de 3 478 *t*, a été mis en circulation sur le New-York Central and Hudson River R. R, de De Witt, près Syracuse, à West Albany, distance de 225 *km*, et a mis 12 h. 55 m. pour faire le trajet, ce qui donne une vitesse moyenne de 17,4 *km* à l'heure. Ce train était remorqué par une seule locomotive, du type *Mogul*, ayant une charge de 55 700 *kg* sur les essieux moteurs, ce qui représente un poids moyen de 18 500 *kg* par essieu, des cylindres de 0,508 *m* × 0,711 *m* et des roues de 1,45 *m* de diamètre.

Le 9 août dernier, sur le Pennsylvania R.R., il a circulé entre Altoona et Columbia, distance 259 *km*, un train composé de cent trente wagons portant 3 692 *t* de charbon et pesant 5 212 *t* sans la locomotive et le tender. La longueur de ce train était de 1 185 *m*.

Le profil de la ligne comporte des déclivités de 12 pieds par mille, ce qui correspond à 2,3 0/00. Ce train était remorqué par une locomotive *Consolidation* ayant une charge de 84 300 *kg*, sur les roues motrices, soit 21 000 *kg* par essieu. Elle appartient au nouveau type, dit *Geant*, que les Américains prétendent, à tort d'ailleurs, être le plus puissant qui ait été réalisé jusqu'ici. Les cylindres ont 0,596 *m* × 0,711 *m* et les roues 1,422 *m* de diamètre. Le poids total est de 107 000 *kg*.

On peut citer également comme extraordinaire, un train spécial expédié le 30 septembre dernier de Chicago pour Omaha, par la ligne de Burlington, à l'occasion d'une exposition qui avait lieu à Omaha. Ce train se composait presque entièrement de voitures Pullmann ; il comprenait 17 de ces véhicules, plus une voiture-salon particulière et un fourgon et était remorqué par deux locomotives. La longueur était de 420 *m*, c'est-à-dire, beaucoup plus que la halle de la gare de l'Union, à Chicago, d'où il est parti, et qui n'a que 335 *m*. Le poids était de 1 145 *t*. La distance de Chicago à Omaha, qui est de 800 *km* en nombre rond, a été franchie à une vitesse moyenne de 64,4 *km* à l'heure. Les deux machines ont consommé pour ce trajet 45 *t* de charbon et 200 $m^3$ d'eau.

Les journaux anglais considèrent cette consommation comme excessive ; elle correspond à 25,5 *kg* par kilomètre pour une charge de 572,5 *t* par machine. C'est plus du double que ce que dépensent les locomotives compound du London and North Western, pour une charge supérieure à la moitié de celle-ci. On peut dire, il est vrai, que la résistance d'un train de si grande longueur doit être très considérable dans les courbes et nécessite un effort de traction moyen élevé.

A la suite de la publication des renseignements qui précèdent, le Bulletin de l'*American Iron and Steel Association*, qui paraît à Philadelphie, a rappelé, dans son numéro du 1er novembre dernier, que l'emploi accidentel de trains monstres n'avait rien de nouveau aux États-Unis et, à l'appui de son dire, il a cité les faits suivants :

En 1878, sur le Pennsylvania R. R. il y a eu un train composé de cent quatre-vingt-cinq wagons vides, un chargé, deux fourgons et une

Digitized by Google

machine froide, remorqué par la machine n° 41, de Clark's Ferry à Sunbury, sur une distance de 63 *km*, le profil comportant une déclivité maxima de 2 0/00. Le train avait 2 064 *m* de longueur. Le poids n'est pas indiqué. Il provenait de la réunion en un seul de deux trains, à la suite de la mise hors de service de la machine de l'un d'eux.

Sur le Sazoo and Mississipi Walley R. R., à une époque non indiquée, mais antérieure de quelques années à l'acquisition du Louisville, New-Orleans and Texas R.R., par le Sazoo and Mississipi R.R., il y a eu un train composé de cent cinquante-deux wagons chargés, remorqué par une seule locomotive, entre Wilson, La, et New-Orleans, distance, 193 *km*. Les wagons étaient chargés et presque tous de coton. Le train pesait 2 721 *t* et avait 1 638 *m* de longueur.

Nous ferons remarquer que, dans tout ce qui précède, il s'agit probablement de tonnes de 2 000 livres, soit 906 *kg*.

**Abonnements généraux sur les chemins de fer suisses.** — A la suite d'une entente entre un certain nombre de Compagnies de chemins de fer et de sociétés de navigation suisses, il est délivré depuis le 1er juin 1898, sous la dénomination d'abonnements généraux, des cartes d'abonnement donnant le droit d'effectuer sur le parcours total, un nombre de courses illimité. Ce parcours comprend à peu près tout le réseau ferré de la Suisse, à l'exception des lignes de touristes à tarifs exceptionnels et de quelques autres d'importance secondaire ; il représente près de 3 000 *km*.

Ces abonnements généraux sont émis aux prix suivants :

(*a*) pour une personne,

| Durée de validité | 1re classe | 2me classe | 3me classe |
|---|---|---|---|
| de 15 jours. . . . . | 60 *f* | 42 *f* | 30 *f* |
| — 30 — . . . . . | 100 | 70 | 50 |
| — 3 mois . . . . . | 240 | 170 | 120 |
| — 6 — . . . . . | 380 | 270 | 190 |
| — 12 — . . . . . | 600 | 420 | 300 |

(*b*) pour deux personnes de la même maison,

| Durée de validité | 1re classe | 2me classe | 3me classe |
|---|---|---|---|
| de 12 mois. . . . . | 800 *f* | 560 *f* | 400 *f* |

Ces cartes d'abonnement doivent être commandées aux guichets à voyageurs des gares principales, au moins deux heures, et, dans les autres gares, au moins vingt-quatre heures à l'avance.

Il doit être joint à la commande la photographie, ressemblante et du format prescrit, de la personne au nom de laquelle la carte doit être libellée. Cette photographie doit être de format carte de visite, la hauteur de la tête étant d'au moins 1 *cm*. La photographie ne doit ni être collée sur carton, ni avoir déjà servi à un usage analogue ; elle doit rester fixée à la carte.

Un dépôt de 5 *f* doit être effectué à la remise de la carte d'abonnement ; le dépôt est remboursé, si la carte est restituée, au plus tard le

Digitized by Google

lendemain de la date d'expiration de l'abonnement, avant midi, au guichet à voyageurs d'une gare quelconque des chemins de fer intéressés. La restitution à l'un de ces guichets peut également être effectuée par la poste, à condition que l'envoi soit remis à cette dernière, dans le délai fixé.

Le dépôt reste acquis à l'Administration qui a émis l'abonnement, si la carte n'est pas restituée ou est restituée tardivement.

Ces abonnements ont obtenu un énorme succès. Du 1er juin au 30 novembre 1898, la Compagnie du Nord-Est, à elle seule, a émis à ses guichets vingt-deux mille cartes d'abonnement. Ces cartes sont en effet très avantageuses pour les touristes et pour les voyageurs de commerce.

Prenons, en effet, la carte de 2e classe de quinze jours, coûtant 42 *f*, ce qui représente 2,80 *f* par jour. Au tarif normal de 0,075 *f* par kilomètre, cela correspond à un parcours journalier de 38 *km* environ. Comme on peut faire facilement, pendant quinze jours, 100 ou 120 *km* et même plus par jour, ce qui ne fait que deux, trois ou quatre heures, suivant la nature des trains, le prix du kilomètre parcouru descend à 0,028 ou 0,023 *f* ou même moins.

En troisième, ce prix tomberait à 0,015 *f*.

**Sir John Fowler.** — Sir John Fowler, un des Ingénieurs qui ont le plus honoré la profession et qui laisse une réputation universelle, est mort le 20 novembre dernier. Il était né en 1817 à Waldsley-Hall, près de Sheffield. Après avoir reçu une bonne instruction générale, il entra, à l'âge de dix-sept ans, comme *pupil* dans les bureaux de M. Leister, Ingénieur distingué, qui s'occupait spécialement de distributions d'eau et avait établi presque toutes celles du Yorkshire et des environs et s'y initia à la pratique et à la théorie des travaux hydrauliques.

En quittant M. Leister, son apprentissage d'ingénieur terminé, Fowler dirigea ses idées, comme tout le monde à l'époque, vers les chemins de fer, et entra chez le célèbre ingénieur Rastrick, qui l'employa à la construction de la ligne de Londres à Brighton ; il passa ensuite à celle de Stockton à Hartlepool, à l'achèvement de laquelle il en devint Ingénieur et chef d'exploitation ; il avait alors vingt-six ans.

Il se consacra dès lors exclusivement à cette branche et construisit une foule de chemins de fer dont la nomenclature seule formerait une liste interminable. Ceux qui ont le plus contribué à sa réputation sont incontestablement le Metropolitan, le District et le Saint-John's Wood Railway, à Londres.

Le point de départ du Metropolitan a été, en 1853, la demande en concession d'une ligne de 3 kilomètres entre Edgware Road et King's Cross, à laquelle, pendant l'enquête, on ajouta deux prolongements : l'un vers Paddington, l'autre vers la Cité. Il y eut une très forte opposition et, les formalités terminées, on eut de grandes difficultés pour réaliser le capital nécessaire ; ce n'est qu'en 1860 que les travaux purent être commencés. Cet ouvrage fait le plus grand honneur aux Ingénieurs qui l'ont exécuté et notamment à Fowler, qui fut élevé à la dignité de chevalier lors de son achèvement.

Un autre de ses titres principaux est la construction du pont du Forth.

Digitized by Google

Un premier projet pour l'exécution d'un ouvrage franchissant ce bras de mer avait été fait par Sir Thomas Bouch, mais la catastrophe du pont de la Tay, construit par cet Ingénieur, fit modifier les plans du tout au tout, et l'exécution du pont du Forth fut confiée à Sir John Fowler et à Mr (depuis Sir Benjamin) Baker. Le premier fut, à l'occasion de l'inauguration de ce grand ouvrage (4 mars 1890), élevé à la dignité de baronnet. Ce fut son dernier travail. Depuis, il se borna à remplir les fonctions d'Ingénieur-conseil de très nombreuses sociétés et entreprises.

Marié en 1850, il laisse un fils né en 1854, Mr John Arthur Fowler. Comme beaucoup d'Anglais, Sir John aimait à se délasser de ses travaux professionnels par la pratique du sport. C'était un amateur passionné de la chasse et du yachting. Il avait été Président de l'*Institution of Civil Engineers*. On peut exprimer le regret qu'il n'ait pas, comme l'ont fait plusieurs de ses collègues, figuré, au moins comme membre honoraire, sur les listes de notre Société.

**Production de minerais de fer en Espagne.** — En 1897, la production de minerais de fer s'est élevée en Espagne au chiffre de 7 468 000 *t*, contre 6 762 000 pour 1896. Sur ce total, les mines de Biscaye (Bilbao) ont donné 5 170 000 *t*, soit 70 0/0 ; le reste est fourni par les provinces de Santander, 800 000 *t*, de Murcie, 470 000, de Séville, 330 000 et d'Alméria, 300 000.

Quant aux débouchés, on trouve que 5 millions de tonnes, ou 67 0/0, c'est-à-dire les deux tiers, sont allées en Angleterre, 1 000 000 en Allemagne, 500 000 en France, 200 000 en Belgique et enfin 60 000 *t* aux États-Unis.

L'Espagne a absorbé la différence, soit environ 700 000 *t*, avec lesquelles elle a produit 297 000 *t* de lingots, 630 000 *t* d'acier Siemens et 134 000 *t* de fers laminés.

**Le moteur Keely.** — John W. Keely, dont le nom avait acquis une très grande notoriété aux États-Unis à cause du moteur qu'il disait avoir inventé, vient de mourir à Philadelphie à l'âge de soixante et onze ans. On sait peu de chose de la première partie de sa carrière ; il paraît avoir exercé beaucoup de professions : on le trouve tantôt tapissier, tantôt employé chez un droguiste, puis chef d'orchestre. Il disait que c'est dans l'exercice de ces dernières fonctions, au milieu des vibrations sonores, que l'idée lui vint de son moteur, basé sur les vibrations de l'éther.

En 1874, Keely exposa un appareil mû par de la vapeur qui, disait-il, n'était produite ni par la chaleur, ni par l'électricité, ni par des actions chimiques. Malgré le secret absolu dont il entourait ses combinaisons (il n'y eut jamais de brevet pour ce moteur), il trouva des enthousiastes qui le secondèrent de confiance, à ce point qu'on forma une Société, dite du moteur Keely, au capital de 5 millions de dollars, capital qui fut immédiatement souscrit sans qu'il eût été besoin de faire appel au public. Des personnes engagèrent dans l'affaire la totalité de leur fortune.

Le plus curieux est qu'on prétend que cette somme énorme fut à peu près entièrement absorbée par les frais des expériences et des essais, et

Digitized by Google

que Keely vécut toujours de la manière la plus simple et la plus modeste ; l'atelier où il travaillait était du caractère le plus primitif. Il semble y avoir quelque contradiction entre ce dernier fait et le montant énorme des frais d'essais.

En somme, il ne paraît pas y avoir jamais eu un moteur proprement dit, mais l'inventeur exposait fréquemment des appareils divers mis en mouvement d'une manière qu'il était impossible de reconnaître et qu'il attribuait à des forces d'une nature mystérieuse.

On s'est posé souvent la question de savoir si l'affaire Keely était une mystification colossale, remarquable surtout par sa durée, ou si l'auteur était un illuminé de bonne foi. Dans le premier cas, c'eût été un prestidigitateur de génie, car il a toujours été impossible de découvrir ses trucs, et de l'autre côté, on ne comprend pas dans quel but il a toujours conservé le secret le plus absolu et n'a jamais rien communiqué sur la nature des forces mystérieuses qu'il prétendait avoir asservies.

Si nous avons cru utile de dire quelques mots de cette affaire, dont il ne sera vraisemblablement plus jamais question, c'est surtout parce que dans notre première *Chronique*, janvier 1880, nous avions reproduit un discours de Mr Thomas C. Clarke, président du Club des Ingénieurs de Philadelphie, où se trouvait cette phrase significative, qui forme la véritable conclusion de la chose : « Si les Ingénieurs américains étaient, en général, plus forts sur les questions de ce genre (théories mecaniques), on ne verrait pas des exploitations, comme l'affaire Keely. (Bulletin de janvier 1880, page 153).

Digitized by Google

# COMPTES RENDUS

## SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

### Octobre 1898.

**Congrès international pour l'unification des filetages**, à Zürich, du 2 au 4 octobre 1898.

Le Congrès a adopté le système de filetages établi par la Société d'Encouragement avec quelques modifications portant sur l'importance du jeu au fond des sommets creux, la série des diamètres, etc. Le système sera désigné sous le nom de Système international (S. I.).

Comme les règles adoptées doivent être données avec une grande précision dans un document unique, la préparation de ce travail a été confiée à l'Union suisse des industriels mécaniciens avec le concours de l'Association des Ingénieurs Allemands et de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

Nous n'insisterons pas sur cette question que M. Kreuzberger, l'un des délégués de notre Société au Congrès de Zürich, a traitée dans la séance du 18 novembre dernier.

Etude sur la **dilatation des pâtes céramiques**, par M. Coupeau, ingénieur civil des mines.

La première partie du mémoire expose la méthode expérimentale suivie et décrit les appareils employés, et la seconde donne les résultats obtenus sur les couvertes, les verres et les pâtes industrielles. L'intérêt de ces recherches s'explique aisément si on considère que, les objets céramiques se composant d'une pâte et d'une couverte, les différences de dilatation entre les deux éléments déterminent nécessairement des tressaillures ou des écaillages.

**Retrait des pâtes céramiques**, par Hecht (extrait du *Thon-industrie-Zeitung*).

**Accord des pâtes et couvertes céramiques** (même auteur et même recueil).

**Verre rouge** (extrait du *Sprechsalt*).

**Quelques verres et couvertes céramiques** (même recueil).

**Quelques moufles continus**, par Rud-Geith (même recueil).

**Coloration des émaux de grand feu de porcelaine**, par MM. Le Chatelier et P. Chapuy (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*).

Digitized by Google

Étude sur **l'influence de l'arsenic sur les propriétés mécaniques de l'acier**, par M. J. MARCHAL.

L'auteur a opéré sur l'acier Martin. Il a constaté que la présence de l'arsenic influe défavorablement sur la soudabilité et l'empêche complètement à la proportion de 2,75 0/0. L'acier se comporte alors à la forge comme de la fonte.

L'arsenic augmente la résistance à la traction et diminue l'allongement ; il est probable que, comme l'aluminium, il met une partie de carbone en liberté sous forme de graphite.

La fragilité croît assez vite à mesure que la proportion de l'arsenic augmente, mais sans cependant atteindre le degré qui a été indiqué par certains expérimentateurs.

En somme, l'arsenic, dans la proportion assez faible où on le rencontre généralement dans les minérais, n'empêche pas le travail métallurgique du fer, surtout si le produit est obtenu par fusion.

Mesure des **variations anomales de la longueur et de la température des fers et aciers** pendant la recalescence, d'après SVEDELIUS (*Philosophical Magazine*).

**Recherches sur les lampes électriques à incandescence**, chargées d'un mélange de grisou et d'air au maximum d'explosivité, par MM. COURIOT et MEUNIER *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences)*.

Par un procédé très simple et ingénieux, les auteurs sont arrivés à pouvoir charger des lampes à incandescence d'un mélange grisouteux préparé d'avance et titré. Ils ont opéré avec des lampes d'intensité différente et à diverses tensions. Dans aucun cas les lampes dont le filament n'était pas brisé préalablement n'ont donné d'explosion avec le mélange le plus explosif. Il se produit une combustion sans flamme du grisou.

Avec une lampe dont le filament était brisé au point de la soudure avec le porte-filament de platine et avec un courant à la tension de 110 volts, on a déterminé une explosion qui a brisé le verre en menus fragments. Dans ce cas, ce sont les étincelles qui se sont produites qui ont amené l'explosion. Les auteurs avaient établi, dans une précédente communication à l'Académie, que les fils métalliques incandescents sont impuissants à déterminer l'explosion des mélanges même les plus explosifs.

**Notes de mécanique.**

Nous signalerons dans ces notes l'unification des essais de machines à vapeur d'après des règles proposées par l'*Institution of Civil Engineers*, la description du dynamomètre de Dalby, de l'injecteur compound de Pack et Williston et une note sur le transport des bois par radeaux aux Etats-Unis. A propos de cette note très intéressante extraite de l'*Engineering Magazine* et où on indique le flottage en radeaux des bois de l'Oregon et du Washington à San-Francisco sur des parcours atteignant jusqu'à 1000 kilomètres, il est utile de rappeler, ce qui paraît tout à fait ignoré ou oublié aujourd'hui qu'en 1860 et 1861 on fit venir des Provinces Danubiennes à Port-Saïd pour les travaux du canal de Suez, plu-

Digitized by Google

sieurs radeaux de bois de très grande capacité qui n'arrivèrent pas tous d'ailleurs à destination. Le parcours effectué n'était pas de 1 000, mais bien de près de 2 500 kilomètres en suivant le Danube, la Mer Noire, la Mer de Marmara, l'Archipel et la Méditerranée.

NOVEMBRE 1898.

**Notice nécrologique** sur M. N. RAFFARD, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

On lira avec intérêt cette notice sur la vie et les travaux de notre regretté collègue M. Raffard, que l'auteur déclare un des hommes les meilleurs et les mieux doués qu'il lui ait été donné de connaître. Nous nous associons pleinement à cette appréciation.

Rapport de M. EDOUARD SIMON sur le **métier brodeur automatique** de MM. A. et J.-B. BASTIE, à Panissières (Loire).

**Les travaux du Tibre,** par M. A. RONNA. Deuxième partie.

Cette seconde partie concerne Rome et les travaux exécutés depuis 1870. Le nouveau régime débuta par une inondation survenue à la fin de décembre 1870, la plus considérable qu'on ait subie depuis 1637, et une commission fut immédiatement nommée pour étudier les causes des inondations et les travaux à exécuter pour les prévenir. Divers projets furent présentés dont un fut adopté en 1874. Les travaux furent divisés en quatre séries dont la dernière n'est pas encore terminée ; la dépense totale atteindra environ 100 millions. Le mémoire entre dans de grands détails sur ces divers travaux et leur exécution.

**Application à l'équarrissage** du procédé à l'acide sulfurique, proposé par AIMÉ GIRARD. Note de M. LINDET.

Ce procédé consiste à détruire les cadavres d'animaux ou les débris impropres à la consommation par l'acide sulfurique à froid, et l'utilisation du produit pour la fabrication des superphosphates. Il est actuellement employé dans plusieurs clos d'équarrissage et fabriques d'engrais.

Note sur **la vie et les travaux d'Aimé Girard,** par M. LINDET.

**Fusibilité des verres,** par M. L. GRENET.

Comme suite à ses recherches sur la dilatation des verres en fonction de leur composition chimique, l'auteur a étudié la fusibilité de ces matières sur les échantillons qui lui avaient servi à la mesure des dilatations.

L'étude dont il s'agit a porté sur la détermination de trois températures :

1° Température d'affaissement sous leur propre poids de prismes de verre de grandeur donnée ;

2° Température de recuit rapide d'un verre trempé, et

3° Température à partir de laquelle le verre refroidi brusquement cesse de se tremper.

Digitized by Google

Ces températures, au point de vue industriel, se rapportent au travail du verre et non à sa fabrication, qui demande des températures bien supérieures. La note donne de nombreux tableaux contenant les résultats obtenus avec différents verres dont la composition est indiquée.

Sur **l'Essai à chaud des produits hydrauliques,** par M. L. Le Chatelier.

On sait que la présence des expansifs, c'est-à-dire de chaux et de magnésie non éteintes, est un des défauts les plus graves que puissent présenter les produits hydrauliques. L'emploi de la chaleur qui accélère et augmente considérablement le gonflement amené par l'extinction des expansifs, présente un intérêt considérable pour les essais. La note décrit les divers procédés proposés pour les essais à chaud.

**Fabrication des carreaux mosaïques américains** (Extrait du *Sprechsaal).*

On emploie pour fabriquer ces carreaux des moules formés par une série de cellules séparées par des lames de plomb et dans lesquelles on met chaque couleur. Pour placer ces couleurs, on a autant de patrons découpés dans une lame de plomb qu'il y a de couleurs. On en applique un sur le moule et on verse la couleur à travers les ouvertures. On emploie aussi un procédé un peu différent dans lequel le patron principal est un quadrillage et les patrons sont en papier perforé à la machine.

**Notes de mécanique.**

La plus importante de ces notes est le résumé d'une communication de M. W.-P. Marshall à l'*Institution of Civil Engineers*, sur l'évolution de la locomotive.

On y trouve rappelées les étapes successives franchies par la locomotive depuis son origine jusqu'à nos jours et les progrès réalisés dans ses diverses parties. Cet historique est fait à peu près exclusivement au point de vue anglais et américain, et les quelques renseignements donnés, exceptionnellement, sur la pratique continentale, ne sont pas toujours exacts.

On trouve aussi dans ces notes la description du caissier automatique de Parney, employé d'une manière générale aux Etats-Unis, et qui commence à se répandre en France.

---

## ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

*2me trimestre de 1898 (suite)*

Notes sur la **Construction du viaduc du Viaur** (ligne de Carmaux à Rodez), par M. de Volontat, Ingénieur en chef, et M. Théry, Ingénieur des Ponts et Chaussées *(suite).*

Cette partie du mémoire continue l'examen de l'exécution et de

Digitized by Google

l'avancement des travaux, organisation des chantiers : maçonneries et charpentes.

Notice sur **les grands ponts du chemin de fer d'Hanoï à la frontière de Chine.**

Les travaux relatifs à ces ponts consistent d'abord dans la mise en état pour recevoir une voie de 1 *m* des anciens tabliers métalliques du tronçon Phu-Lang-Thuong-Lang-Son, établi primitivement à la voie de 0,60 *m*, puis dans la construction de quatre grands ponts. La partie métallique de ces ouvrages a été adjugée à l'usine du Creusot.

Tous ces ponts sont construits pour une seule voie et formés de travées indépendantes en acier. Les trois premiers comportent, en outre, chacun une travée tournante mue à bras d'hommes et destinée à permettre la navigation fluviale. Au mois d'avril 1898 les maçonneries de ces ponts étaient à divers degrés d'avancement ; quant aux superstructures, une était au montage, d'autres à pied d'œuvre, et la dernière, en route vers le Tonkin.

*3me trimestre de 1898*

**Notice nécrologique** sur **M. Raoulx**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, par M. Zürcher, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Notes sur deux formules relatives à **l'écoulement permanent et uniforme des liquides**, par M. V. Fournié, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Ces formules sont relatives, l'une à l'écoulement par un tuyau cylindrique à section circulaire, l'autre à l'écoulement par un canal découvert. L'auteur y tient compte de la température qui, d'après lui, joue un rôle qui n'est pas négligeable.

Étude **du régime de la marée dans le canal de Suez**, par M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Des observations prolongées sur le niveau, d'une part, et sur le sens et la vitesse des courants, de l'autre, faites dans le canal de Suez et ses abords dans la mer Rouge, mettent nettement en évidence l'influence considérable qu'exerce sur le régime de la marée le niveau à peu près constant des lacs amers et les conditions hydrauliques qui en sont la conséquence. Ainsi, les hauteurs de la marée et la vitesse du courant diminuent progressivement de la mer vers les lacs où elles s'annulent ; toutefois, les vitesses comme aussi les célérités de la propagation de la marée sont supérieures à celles que déterminerait le mouvement ondulatoire agissant seul. La différence pourrait peut-être être attribuée à un écoulement résultant de l'influence du niveau constant des lacs et réglé par la pente superficielle de l'eau et dont la vitesse s'ajouterait à celle qui correspond au mouvement ondulatoire ainsi qu'à sa célérité. C'est une hypothèse qu'il serait nécessaire de vérifier.

Digitized by Google

**Ponts en maçonnerie articulée aux naissances et à la clef**, par M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

L'idée de la triple articulation des arcs a été d'abord appliquée aux ponts métalliques, et ce n'est qu'assez récemment qu'on l'a réalisée pour les ponts en maçonnerie. Cette disposition a pour principal objet de déterminer exactement la position de la courbe de pression qui doit nécessairement passer par les trois points représentés par les articulations.

Le mémoire compare d'abord les ponts à triple articulation aux ponts encastrés aux naissances et montre la réelle supériorité des premiers, notamment au point de vue de l'influence de la température.

On trouve ensuite les détails de construction des voûtes ainsi établies, exécution des maçonneries, disposition des articulations.

En résumé, la triple articulation, mise en œuvre dans les conditions définies dans le mémoire, réalise, mieux que tout autre système, les qualités essentielles à donner à une voûte en maçonnerie, c'est-à-dire la sécurité de l'exécution et la légèreté de la construction. Son emploi permettra d'atteindre avec les ponts en maçonnerie les très grandes portées dont Perronnet parlait déjà il y a un siècle.

*(A suivre.)*

---

## ANNALES DES MINES

*10me livraison de 1898*

**Théorie mathématique de la machine à vapeur**, par M. J. Nadal, Ingénieur des Mines *(suite)*.

La première partie de cette étude a paru dans les *Annales des Mines*, 9me livraison de 1897. (Voir compte rendu de novembre 1897, page 752.)

Le mémoire passe successivement en revue dans cette seconde partie la question de la température fixe et du pouvoir absorbant des parois, des cycles de température des parois, et la théorie des échanges de chaleur.

Un fait, d'une extrême importance pour la théorie de l'action des parois, fait démontré expérimentalement pour la première fois par M. Bryan-Donkin, est que la température de la partie des parois soustraite aux fluctuations de température de la vapeur est fixe et plus élevée que la température moyenne de cette vapeur. Il en résulte que la vapeur n'agit pas à chaque instant de la même façon sur la paroi et que le coefficient qui mesure la perméabilité de la surface de cette paroi et le pouvoir absorbant est variable d'un instant à l'autre; il est plus élevé quand la vapeur est chaude que quand elle est froide, et atteint sa valeur minima vers la fin de l'échappement; il varie aussi avec le degré de l'humidité déposée et augmente avec ce degré. Il y a une relation étroite entre la valeur du pouvoir absorbant et cette humidité et on est amené à croire que la variation du pouvoir absorbant dépend de la quantité d'humidité. On peut faire immédiatement l'objection que, dans

Digitized by Google

ce cas, c'est l'eau qui agit beaucoup plus que le métal, argument en faveur des théories de Zeuner, Anspach, etc. L'auteur croit que ces hypothèses sont contredites par le fait que la température fixe de la paroi est supérieure à la température moyenne de la vapeur, comme l'a démontré M. Bryan-Donkin.

Le mémoire établit ensuite la formule théorique des échanges de chaleur, développe des considérations intéressantes sur les condensations en traitant spécialement de l'influence de la vitesse et de celle de la compression. L'auteur diffère d'opinion avec notre collègue, M. Dwelshauvers-Dery, en ce qu'il reconnaît un certain avantage à une compression limitée ; toutefois, il considère l'espace dit nuisible comme réellement nuisible, et il faut chercher à le restreindre le plus possible en ne faisant en même temps que très peu de compression pour réaliser la marche la plus économique.

Le dernier chapitre est consacré à la théorie des enveloppes de vapeur dont M. Nadal se propose d'établir d'une manière précise le véritable fonctionnement qui, d'après lui, n'a jamais été bien expliqué jusqu'ici. Les enveloppes n'ont une action économique que parce qu'elles modifient les conditions physiques des échanges de chaleur par la face intérieure des parois ; leur effet avantageux n'existe que si le pouvoir absorbant de la surface intérieure des parois est variable d'un point à l'autre d'une révolution. En résumé, leur rôle présente une certaine analogie avec celui du revêtement intérieur des cylindres par des matières de faible capacité et conductibilité calorifique. Du reste, c'est dans l'emploi de ces revêtements que l'auteur voit le dernier et non le moins important perfectionnement des machines à vapeur, comme, d'ailleurs, notre collègue le professeur Thurston. Malheureusement le peu de succès obtenu jusqu'ici dans cette voie ne semble pas indiquer que cette solution soit bien prochaine.

---

## SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

### Novembre 1898.

### Réunions de Saint-Étienne.

*Séance du 5 novembre 1898.*

Communication de M. Denogent sur **divers types d'enregistreurs de vitesse et de pression.**

L'enregistreur de pressions se compose d'une boite à soufflet dont la déformation amplifiée par un système de leviers s'accuse par un style traceur sur un papier enroulé sur un tambour animé d'un mouvement de rotation uniforme. L'appareil se règle par comparaison avec un manomètre à eau.

L'enregistreur de vitesse est basé sur le principe de l'emploi de deux



Digitized by Google

plateaux circulaires tournant en sens inverse; ils communiquent leur mouvement à une roulette placée entre deux et éloignée de leur centre d'une quantité proportionnelle au nombre de tours de la machine. Cet éloignement est obtenu au moyen d'une roue héliçoïdale et d'une vis sans fin.

Il nous suffira d'indiquer que la roulette se trouve soumise à un double mouvement; 1° elle est entraînée vers la périphérie des plateaux *proportionnellement au nombre de tours de la machine* par l'action de la roue héliçoïdale et 2° elle est ramenée au centre des plateaux *proportionnellement au temps*, ceux-ci étant animés d'un mouvement de rotation uniforme.

La position de la roulette est traduite à l'œil par le déplacement d'une aiguille sur un cadran et est en outre enregistrée sur un papier porté par un tambour tournant.

A la suite de cette communication, M. Petit décrit deux autres appareils imaginés par M. Villiers : un appareil enregistreur des dépressions composé d'un manomètre à eau avec un flotteur dont le déplacement vertical est enregistré sur une bande de papier et un enregistreur de vitesse dans lequel une hélice animée d'un mouvement de rotation proportionnel à celui qu'il s'agit de mesurer refoule de l'eau dans un réservoir cylindrique à une hauteur qui sert de moyen d'appréciation du nombre de tours.

## District du Sud-Est

*Séance du 20 novembre 1898.*

Observations de M. Chalmeton sur **les charbons français dans la marine.**

L'auteur appelle l'attention sur le vœu exprimé par le Conseil général du Gard pour demander que les pouvoirs publics assurent aux charbons français une protection douanière suffisante, de manière à permettre au bassin houiller du Gard d'approvisionner de charbons français les principaux ports de la Méditerranée et de mers plus lointaines.

Résultats obtenus à **l'avancement de la galerie de la mer** de la Société des charbonnages des Bouches-du-Rhône.

On emploie la perforatrice électrique Bornet, à laquelle le courant est fourni par une génératrice actionnée par une turbine mûe elle-même par une venue d'eau rencontrée dans le percement.

Le front de taille était en juin 1898 à 5 500 *m* environ de l'entrée de la galerie. L'avancement moyen en juin, est de 5,68 *m* par vingt-quatre heures et l'avancement maximum de 6,70 *m*. Ces avancements sont remarquables.

Les 153 volées de juin ont nécessité la perforation de 1 791 trous de 1 828 *m* de longueur collective, ce qui donne une longueur moyenne de 1,021 *m* par trou. On a usé 532 mèches, soit 3 1/2 environ par volée.

Digitized by Google

## SOCIETÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

BULLETIN D'AOUT-SEPTEMBRE, OCTOBRE, NOVEMBRE 1898.

**Théorie du chauffage au gaz** et son application, par M. G. KERN.

L'auteur indique l'origine du chauffage au gaz, qui remonte à Le Bon, et ses premières applications, puis en expose la théorie en partant de la composition et l'application de cette théorie à la construction des poêles dont il donne un certain nombre d'exemples. Le mémoire se termine par une étude comparative des frais de chauffage par le gaz, le bois, la houille et le coke. L'auteur considère que le chauffage au gaz doit être encouragé, surtout au point de vue hygiénique, si on considère l'infection de l'air des villes par les produits de la combustion sortant les cheminées des maisons. On doit doit se préoccuper d'avoir le gaz à bon marché. C'est le chauffage de l'avenir.

**Essai des extraits de campêche,** par MM. J. ZUBELEN et Th. STRICKER.

**Action de la lumière** sur les couleurs. Moyens de mesure, par MM. Albert SCHEURER et A. BRYLINSKI.

**Flambage des tissus.** Utilisation totale des flammes au moyen de l'aspiration, par M. F. BINDER.

Le principe de l'aspiration des gaz à travers les mailles du tissu pour le flambage est dû à Samuel Hall, qui l'appliqua dès 1816. On a, depuis, abandonné ce principe et, si on l'a repris depuis quelques années, aucun des nouveaux appareils proposés n'a été consacré par l'usage.

Des expériences faites par l'auteur lui ont permis de reconnaître que ce procédé ne peut réussir qu'à la condition de prévenir l'échauffement de l'appareil, aussi a-t-il fait construire, à titre d'essai, un appareil muni de parois creuses susceptibles de donner passage à un courant d'eau froide. Le succès a été complet et l'appareil fonctionne régulièrement depuis un an.

**Résumé des observations météorologiques** faites à la Société industrielle et à ses diverses stations pendant l'année 1897, par M. Ad. SACK.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 48. — *26 novembre 1898.*

La législation allemande sur les patentes d'invention et les questions scientifiques dans les brevets, par A. Riedler.

Digitized by Google

Résistance des matériaux. Unification des méthodes d'essais pour la fonte, par A. Martens.

Recherches sur la réduction du frottement par l'emploi des alliages métalliques *(suite)*.

Réunion générale de l'Association des Maîtres de Forges Allemands à Dusseldorf, le 23 octobre 1898 *(fin)*.

*Variétés.* — Prescriptions pour la fabrication, les essais et la réception des matières destinées à entrer dans les coques et les machines de la marine impériale. — Ordonnances de police relatives à l'établissement et à l'emploi des récipients de vapeur.

N° 49. — *3 décembre 1898.*

Commande électrique d'une machine d'épuisement aux mines « Ver Maria, Anna et Steinbank » à Höntrop, près Bochum, par O. Lasche.

Résistance des matériaux. Unification des méthodes d'essai pour la fonte, par A. Martens *(fin)*.

Recherches sur la réduction du frottement par l'emploi des alliages métalliques *(fin)*.

*Groupe de Hambourg.* — Production de l'acétylène.

*Groupe de Cologne.* — Voitures automobiles.

*Bibliographie.* — Transformation de courants pour chemins de fer électriques, par Louis Bell.

N° 50. — *10 décembre 1898.*

Navigation sur la partie régularisée du Danube, entre Stenka et les Portes de fer, par H. Arnold.

Nouveautés dans les machines de l'industrie textile, par G. Rohn *(suite)*.

Aperçu sur la mesure de la résistance par frottement des coques de navires, par R. Rothe.

*Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat.* — Mesure des courants électriques.

N° 51. — *17 décembre 1898.*

Machines élévatoires de la distribution d'eau de Berlin, au Mäggelsee, construites par la fabrique de machines Cyclop, Mohlis et Behrens, à Berlin.

Expériences sur des locomotives à quatre cylindres, par F. Leitzmann *(suite)*.

Aperçu sur la théorie des charpentes de dômes et de coupoles, par R. Kohfahl.

*Groupe de Berlin.* — Travail technique et domestique.

*Bibliographie.* — Coût de la production de la force motrice, par Ch. Eberlé. — Derrière la charrue et à côté du pressoir, par M. Eyth.

*Correspondance.* — Recherches sur la réduction du frottement par l'emploi des alliages métalliques.

Digitized by Google

N° 52. — *24 décembre 1898.*

Les installations électriques des houillères et fours à coke de Gottesberg, en Silésie, par M. Schmidt.

Recherches graphiques sur la résistance à la flexion des barres droites, par L. Vianello.

Le VII[e] Congrès international de la navigation à Bruxelles.

*Groupe de Wurtemberg.* — Installation de refroidissement d'eau de Rohleder. — Structure des cristaux.

*Variétés.* — Prix proposés par l'Association suisse pour l'industrie chimique.

N° 53. — *31 décembre 1898.*

Machine à raboter les plaques de blindage, construite par la Société russe pour la construction de locomotives et de machines, à Charkow, par L. M. Schechter.

Moteurs à pétrole, par E. Capitaine.

Résistances excentrique et axiale des pièces soumises à la compression, par A. Ostenfeld.

*Bibliographie.* — Recueil allemand d'adresses industrielles et commerciales.

*Pour la Chronique et les Comptes Rendus :*
A. MALLET.

Digitized by Google

# BIBLIOGRAPHIE

**Théorie mécanique de la chaleur**, par R. Clausius. Traduction française par MM. F Folie et E. Ronkar (1).

MM. F. Folie et E. Ronkar, chargés de cours à l'Université de Liège, viennent de publier en deux volumes, parus successivement, l'un en 1897 et l'autre en 1898, la traduction en langue française de la théorie mécanique de la chaleur, de M. Clausius. Cette traduction est faite sur la troisième édition de l'original allemand. Dans le premier volume se trouve le développement des formules avec différentes applications ; le second volume traite de la théorie mécanique de l'électricité.

*Premier volume.* — M. Clausius commence par une introduction mathématique, afin d'éviter des objections ultérieures sur la manière de traiter son sujet par le calcul, manière exigée par ses vues sur la nature de la chaleur, et qui fut, à sa première apparition, inexactement interprétée par les savants.

Le point de départ de l'analyse qui vient ensuite est constitué par cette hypothèse que la chaleur consiste dans un mouvement des plus petites particules des corps et de l'éther, et que la quantité de chaleur est la mesure de la force vive de ce mouvement, sur la nature duquel il n'est fait aucune supposition particulière : c'est le premier principe fondamental de la théorie.

M. Clausius applique ce premier principe à l'étude des gaz parfaits. Il rappelle ensuite le deuxième principe fondamental, sous la forme d'une équation publiée par lui, pour la première fois, en 1854. La démonstration de ce second principe repose sur cet axiome que la chaleur ne peut d'elle-même (ou sans compensation) passer d'un corps froid à un corps plus chaud. A la fin du premier volume, le lecteur trouvera un exposé très clair et suffisamment complet des objections diverses qui ont été faites à propos de cet axiome.

M. Clausius applique sa théorie aux vapeurs saturées, à la fusion et à la vaporisation des corps solides et aux corps homogènes. Il consacre ensuite un chapitre à la détermination de ce qu'il appelle l'énergie et l'entropie d'un corps.

Dans le chapitre X, il recherche jusqu'à quel point les résultats qui se rattachent au deuxième principe fondamental se modifient lorsque les phénomènes ne sont pas réversibles.

Dans le chapitre XI, M. Clausius fait l'application de sa théorie à la machine à vapeur. On y trouvera, sous sa forme la plus générale, le système d'équations qui sert à déterminer le travail de la machine.

(1) 2 vol. in-8° de 479 et 472 pages. — Prix : 20 francs. Bruxelles, Société Belge d'éditions; Paris, Baudry, 1898.

Digitized by Google

La fin du premier volume est consacrée à des recherches sur la concentration des rayons de chaleur et de lumière, et sur les limites de son effet.

*Deuxième volume.* — L'application de la théorie mécanique de la chaleur aux phénomènes électriques prend dans ce volume une place si importante que cette application peut être considérée comme formant une théorie mécanique de l'électricité, indépendante en partie de la théorie de la chaleur.

M. Clausius commence par définir la fonction potentielle et par donner l'expression de cette fonction, sur laquelle il expose ensuite quelques théorèmes généraux. Après ces considérations, il examine un groupe d'appareils très importants dans la théorie de l'électricité, notamment le condensateur, le carreau de Franklin et la bouteille de Leyde.

L'auteur étudie plus loin les effets du mouvement dans un cas particulièrement simple sous un certain rapport. Il suppose, en effet, que l'état initial de l'électricité, aussi bien que l'état final, est un état de repos.

M. Clausius considère d'autre part, au contraire, l'électricité dans son mouvement même, mais en faisant d'autres hypothèses pour simplifier la recherche, de telle sorte que, dans le cas qu'il considère, l'échauffement du conducteur est le seul effet produit par le courant électrique.

Dans l'exposé de la théorie des courants thermo-électriques, l'auteur émet des vues personnelles qu'il discute plus loin en les comparant à celles qu'ont émises, de leur côté, W. Thomson et F. Kohlrausch.

Il arrive enfin à la détermination des forces pondéromotrices qu'exercent, l'un sur l'autre, deux éléments de conducteurs parcourus par des courants électriques, ainsi qu'à celle des forces électromotrices qu'ils induisent l'un dans l'autre ; il recherche le travail effectué par ces forces.

Les leçons de M. Clausius seront certainement accueillies avec faveur par les savants français, mais nous regrettons, nous Ingénieurs, que les conséquences pratiques de la théorie ne soient pas suffisamment mises en évidence à côté de développements mathématiques d'une si grande envergure. Ceux-ci demanderaient à être éclairés par de très nombreuses applications numériques faites en traitant des sujets industriels. Ces applications sont assez difficiles, dans bon nombre de cas, pour qu'un maître comme M. Clausius ne les juge pas indignes de son talent et, s'il nous les donnait, s'il se rapprochait ainsi de nous, il rendrait un nouveau service à la science en faisant mieux comprendre son utilité constante dans la pratique.

F. Chaudy.

---

Digitized by Google

**Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles**, publié sous la direction de M. Ch. Vigreux, par MM. Ch. Milandre et R. P. Bouquet (1).

Les rapides progrès de la locomotion automobile devaient fatalement amener l'éclosion de livres nombreux; mais combien ne sont que la compilation, à peine déguisée, de simples prospectus, sans qu'on se soit toujours donné le souci d'y supprimer les prix et les conditions de paiement!

Le traité à l'usage des constructeurs était encore à faire: c'est lui qu'ont voulu écrire M. Ch. Vigreux et ses collaborateurs, dans une série de petits ouvrages dont les deux premiers ont été offerts à la Société. Par leur rédaction très concise, par les renseignements techniques et numériques qu'ils contiennent, ils constituent de véritables aide-mémoire.

Le premier volume traite de la *Construction*, abstraction faite du moteur. Après un historique assez court, et qui du reste nous semble un hors-d'œuvre dans une publication de ce genre, les auteurs indiquent quels sont, suivant eux, les avantages et les inconvénients propres à la vapeur, au pétrole ou à l'électricité; puis ils comparent les résultats obtenus avec les trois systèmes. L'ouvrage prend ensuite nettement son caractère d'aide-mémoire, dans une série de chapitres dont voici le résumé :

Résistances dues au roulement, au frottement des fusées contre les boîtes des roues, à l'air, aux rampes, aux courbes, au démarrage; — Adhérence; — Résistance des mécanismes; — Variation de l'effort moteur avec l'accélération de la vitesse;

Renseignements théoriques et pratiques sur les essieux, les ressorts, les roues, les freins, le châssis et la caisse; — Montage, entretien et réparation des pneus;

Transmission; — Embrayage; — Appareils destinés à empêcher le desserrage des écrous. Nous aurions aimé que ces deux dernières questions fussent traitées avec plus de développement, car nous leur attribuons une grande importance, et nous partageons pleinement à cet égard l'opinion qu'exprimait notre Collègue M. Diligeon, dans sa récente communication à la Société.

Tous ces chapitres indiquent les principales formules à employer; ils fourmillent de renseignements numériques, d'après les travaux d'ingénieurs et de constructeurs tels que Morin, Tresca, Debauve, Michelin, etc.

Le deuxième volume traite des *Voitures automobiles à vapeur* en ce qui concerne leurs organes particuliers. Après un court préambule qui rappelle les qualités et les inconvénients de ces voitures, les auteurs s'attachent à donner des renseignements sur le choix, l'établissement et l'agencement du moteur. Ces renseignements sont les suivants :

Description des principaux types de chaudières: à tubes de fumée, à tubes d'eau, à vaporisation instantanée; — Construction et détermina-

(1) 2 vol. in-16 de 160 pages avec 184 figures. Paris, E. Bernard et Cie, 1898.

Digitized by Google

tion des divers éléments ; — Conduite et entretien ; — Emploi du pétrole comme combustible ;

Description des principaux moteurs : à simple expansion et compound, rotatifs et à mouvemment alternatif ; — Construction et détermination des divers éléments ; — Conduite et entretien ;

Description des types les plus usuels de voitures à vapeur : voitures légères et voitures lourdes ; — Renseignements expérimentaux.

Cette courte analyse indique assez l'esprit de cet excellent ouvrage. Il est accueilli avec faveur et consulté avec fruit, non seulement par les constructeurs, mais encore par ceux qu'intéresse la construction des automobiles, c'est-à-dire par tous les vrais « chauffeurs », — et ils sont déjà légion.

R. Soreau.

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

## DANS LA CHRONIQUE DU 2e SEMESTRE DE 1898


**Abonnements** généraux sur les chemins de fer suisses. Décembre, 567.

**Accroissement** de la pression ou accroissement de la capacité dans les chaudières de locomotives ? Novembre, 444.

**Automobiles** (Moteurs pour voitures). Octobre, 128.

**Barsi** (Le chemin de fer de). Octobre, 113.

**Batellerie** (Le matériel de la). Novembre, 440.

**Capacité** (Accroissement de la pression ou accroissement de la), dans les chaudières de locomotives ? Novembre, 444.

**Caractéristiques** d'une locomotive. Octobre, 124.

**Charbon** (Emploi de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les mines de). Novembre, 432.

**Chaudières** (Accroissement de la pression ou accroissement de la capacité dans les) de locomotives ? Novembre, 444.

**Chemin de fer** (Le) de Barsi. Octobre, 113. — (Les) minuscules. Décembre, 564. — (Abonnements généraux sur les) suisses. Décembre, 567.

**Condensation** (Emploi de la) dans les machines à vapeur avec refroidissement de l'eau. Décembre, 560.

**Eau** (Emploi dans les machines à vapeur de la condensation avec refroidissement de l'). Décembre, 560.

**Éclairage** (Moteurs à triple expansion pour l') électrique. Octobre, 115.

**Écluse** (Manœuvre électrique des portes de la nouvelle) d'Ymuiden. Octobre, 119.

**Economie** à réaliser dans le transport des minerais. Novembre, 442.

**Efficacité** des pressions élevées dans les locomotives. Novembre, 442.

**Électriques** (Moteurs à triple expansion pour l'éclairage). Octobre, 115. — (Manœuvre) des portes de la nouvelle écluse d'Ymuiden. Octobre, 119.

**Emery** (Charles-E.). Octobre, 122.

**Emploi** de l'oxygène dans les mines. Octobre, 132 ; — de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les mines de charbon. Novembre, 432 ; — dans les machines à vapeur de la condensation avec refroidissement de l'eau. Décembre, 560.

**Espagne** (Production de minerais de fer en). Décembre, 569.

**États-Unis** (Trains monstres aux). Décembre, 565.

**Expansion** (Moteurs à triple), pour éclairage électrique. Octobre, 115.


Digitized by Google

**Explosifs** (Emploi de la vapeur pour remplacer les) dans les mines de charbon. Novembre, 432.

**Fer** (Production de minerais de), en Espagne. Décembre, 569.

**Fowler** (Sir John). Décembre, 568.

**Gaz** (Anciens moteurs à). Octobre, 130.

**Hydraulique** (Une roue) de grandes dimensions. Octobre, 133.

**Keely** (Le moteur). Décembre, 569.

**Locomotive** (Les caractéristiques d'une). Octobre, 124. — (Efficacité des pressions élevées dans les). Novembre, 442. — (Accroissement de la pression ou accroissement de la capacité dans les chaudières de)? Novembre, 444. — (Réglage des tiroirs de). Novembre, 447.

**Machines** (Emploi dans les) à vapeur de la condensation avec refroidissement de l'eau. Décembre, 560.

**Manœuvre** électrique des portes de la nouvelle écluse d'Ymuiden. Octobre, 119.

**Matériel** (Le) de la batellerie. Novembre, 440.

**Mécanisme** des anciens moulins à vent. Octobre, 132.

**Minerais** (Économie à réaliser dans le transport des). Novembre, 427. — (Production des) de fer en Espagne. Décembre, 569.

**Mines** (Emploi de l'oxygène dans les). Octobre, 132. — (Température des) profondes. Novembre, 429. — (Emploi de la vapeur pour remplacer les explosifs dans les) de charbon. Novembre, 432.

**Moteurs** à triple expansion pour l'éclairage électrique. Octobre, 115; — pour voitures automobiles. Octobre, 128. — (Anciens) à gaz. Octobre 130. — (Le) Keely. Décembre. 569.

**Moulins** (Mécanisme des anciens) à vent. Octobre, 132.

**Oxygène** (Emploi de l') dans les mines. Octobre, 132.

**Pont** (Le) Victoria sur le Saint-Laurent. Décembre, 563.

**Portes** (Manœuvre électrique des) de la nouvelle écluse d'Ymuiden. Octobre, 119.

**Pressions** (Efficacité des) élevées dans les locomotives. Novembre, 442. — (Accroissement de la) ou accroissement de la capacité dans les chaudières de locomotives? Novembre, 444. — (La) du vent. Novembre, 448.

**Procédé** (Nouveau) pour obtenir de hautes températures. Novembre, 447.

**Production** de minerais de fer en Espagne. Décembre, 569.

**Refroidissement** (Emploi dans les machines à vapeur de la condensation avec) de l'eau. Décembre, 560.

**Réglage** des tiroirs de locomotives. Novembre, 447.

**Roue** (Une) hydraulique de grandes dimensions. Octobre, 133.

**Saint-Laurent** (Le pont Victoria sur le). Décembre, 563.

**Salines** (Les) de Wieliczka. Novembre, 434.

**Simplon** (Le tunnel du). Novembre, 43 .

**Suisses** (Abonnements généraux sur les chemins de fer). Décembre, 567.

**Températures** des mines profondes. Novembre, 429. — (Nouveau procédé pour obtenir de hautes). Novembre, 447.

Digitized by Google

**Tiroirs** (Réglage des) de locomotives. Novembre, 447.

**Trains** monstres aux États-Unis. Décembre, 565.

**Transport** (Économies à réaliser dans le) des minerais. Novembre, 442.

**Tunnel** (Le) du Simplon. Novembre, 436.

**Vapeur** (Emploi de la) pour remplacer les explosifs dans les mines de charbon. Novembre, 432. — (Emploi dans les machines à) de la condensation avec refroidissement de l'eau. Décembre, 560. (Voir aussi *moteurs.*)

**Vent** (Mécanisme des anciens moulins à). Octobre, 132. — (La pression du) Novembre, 448.

**Victoria** (Le pont) sur le Saint-Laurent. Décembre, 563.

**Voitures** (Moteurs pour) automobiles. Octobre, 128.

**Wieliczka** (Les salines de). Novembre, 434.

**Ymuiden** (Manœuvre électrique des portes de la nouvelle écluse d'). Octobre, 119.

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

## TRAITÉES DANS LE 2me SEMESTRE, ANNÉE 1898

*(Bulletins)*

*Les matières contenues dans les bulletins de juillet, août et septembre ne font pas partie de la présente table. — Ces bulletins, exclusivement affectés au Cinquantenaire, forment une série à part avec table spéciale.*


Pages.

**Accidents de travail et l'initiative privée** *(Prévention des)*, par M. H. Mamy (séance du 21 octobre). Mémoire . . . . . 67 et 87

**Accumulateurs à charge rapide** *(Traction électrique des tramways par)*, par M. F. Drouin (séance du 22 juillet) . . . . . 36

**Appareils nouveaux pour l'essai des métaux employés dans les travaux publics**, par M. Ch. Fremont . . . . . 506

**Automobiles** *(Les)*, par M. E. Diligeon (séance du 1er juillet) . . . . . 31

**Automobiles** *(La vapeur, le pétrole et l'électricité dans les)*, par M. R. Soreau (séances des 1er et 22 juillet) . . . . . 31 et 35

**Automobiles électriques** *(Concours pour la création d'un coffre avec prise de courant universelle pour le ravitaillement des)* (séance du 18 novembre) . . . . . 185

**Automobiles organisé par l'Automobile-Club de France**, Paris, 1898 *(Concours des voitures de place)*. Rapport du Jury, par M. G. Forestier (Extrait du *Génie Civil*) (séance du 1er juillet). Mémoire . . . 31 et 199

**Banquet de la Chambre Syndicale des constructeurs-mécaniciens, chaudronniers et fondeurs** (séance du 2 décembre) . . 470

**Barre de Rio Grande do Sul** *(Amélioration des embouchures de rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la)*, par M. Da Costa Couto (séance du 7 octobre) . . . . . 41

**Bateaux** *(Sur la forme des carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des)*, par M. F. Chaudy, et observations de MM. L. de Chasseloup-Laubat, R. Soreau, A. de Bovet, A. de Bruignac (séance du 18 novembre). Mémoire . . . . . 185 et 333

**Bibliographie :**

Ire Section. — **Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.**

**Dispositifs récents des dragues à grande puissance.** Rapport de M. J. Massalski au VIIe Congrès international de navigation. Bruxelles, 1898 (3e section, 4e question), par M. L. Coiseau . . . . . 153


Digitized by Google

IIe Section. — **Mécanique et ses applications. Locomotives. Machines à vapeur, etc.**

**Automobiles sur rails,** de M. G. Dumont, par M. A. Mallet. . . . . 157

**Automobiles sur routes,** de M. L. Périssé, par M. A. Mallet . . . . 158

**Bandages pneumatiques et la résistance au roulement.** *Étude théorique et pratique,* du baron Mauni, par M. F. Chaudy . . . . . 150

**Montage des machines marines,** de M. Moritz, Ingénieur des Forges et Chantiers de la Méditerranée, Ingénieur des constructions navales, par M. A. Lavezzari. . . . . 156

**Paliers et accouplements hydro-dynamométriques pour transmissions de mouvement,** de M. H. Bouron, par M. G. Richard . . . . . 160

**Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles.** Publié sous la direction de Ch. Vigreux, par Ch. Milandre et R.-P. Bouquet, par M. R. Soreau . . . . . 584

IIIe Section. — **Travaux géologiques, Mines et métallurgie. Sondages, etc.**

**Les mines de l'Afrique du Sud. Transvaal, Rhodésie, etc.,** de M. Albert Bordeaux, par M. H. Couriot . . . . . 154

**Traité d'exploitation des mines de houille,** de M. Dufrane-Demanet, par M. H. Couriot . . . . . 155

**Traité de métallurgie du fer. Tome I. Élaboration des métaux,** par M. G. de Retz . . . . . 159

IVe Section. — **Physique. Chimie industrielle. Divers, etc.**

**Manuel d'électro-chimie,** de M. H. Becker, par M. P. Jannettaz . . . 155

**Théorie mécanique de la chaleur,** de M. R. Clausius. Traduction française par MM. P. Folie et E. Ronkar, par M. F. Chaudy. . . . . 582

Ve Section. — **Électricité.**

**Les compteurs d'électricité,** de M. Ernest Coustet. par M. X. Gosselin. 464

**La dynamo.** *Modèle démontable en carton avec description,* de M. Christophe Völkert, par M. R. Soreau. . . . . 161

**Télégraphie pratique,** de M. Montillot, inspecteur des Postes et des Télégraphes, par M. G. Baignères . . . . . 150

**Bibliothèque et les bureaux de la Société seront ouverts pendant les vacances, de 9 heures à midi et de 1 heure et demie à 5 heures** *(Avis que la)* (séance du 22 juillet) . . . . . 35

**Bourgogne** *(Catastrophe de la).* — Observations sur la construction et le compartimentage des coques des grands navires actuellement en service, par M. E. Duchesne, et observations de M. Bertin, directeur des Constructions navales, chef du service technique au Ministère de la Marine (séance du 22 juillet) . . . . . 35

**Canal de Tehuantépec à la frontière du Guatémala** *(Creusement d'un).* Communiqué de M. le Ministre des Travaux publics (séance du 1er juillet) . . . . . 27

Digitized by Google

**Carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux** *(Sur la forme des)*, par M. F. Chaudy, et observations de MM. L. de Chasseloup-Laubat, R. Soreau, A. de Bovet, A. de Bruignac (séance du 18 novembre). Mémoire . . . . . 185 et 333

**Catastrophe de la Bourgogne** *(Observation sur la construction et le compartimentage des coques des grands navires actuellement en service)*, par M. E. Duchesne, et observations de M. Bertin, directeur des Constructions navales, chef du service technique au Ministère de la Marine (séance du 22 juillet) . . . . . 35

**Chemins de fer construits en Italie de 1885 à 1897** *(Les)*, par M. L. de Longraire (séance du 7 octobre). Mémoire . . . . . 45 et 358

**Chemins de fer russes** *(Les)*, par M. le Professeur Belelubsky. — Rectification au procès-verbal du 17 juin 1898 (séance du 7 octobre). . . . 39

**Chemin de fer de Sfax à Gafsa** *(Construction du)*, par M. L. Rey (séance du 2 décembre). Mémoire. . . . . 476 et 485

**Chroniques** nos 224 à 228, par M. A. Mallet . . . . . 113, 429 et 560

**Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs de Boston** *(Invitation faite à la Société, au sujet du)*, M. H. D. Woods, délégué de la Société (séances des 4 novembre et 2 décembre) . . . . . 177 et 471

**Collection d'instruments de mesure pour faciliter les recherches** *(Demande de M. W. Grosseteste, qu'il soit établi au siège de la Société une)* (séance du 1er juillet). . . . . 27

**Comptes rendus**, par M. A. Mallet . . . . . 134, 450 et 571

**Concours :**

**de la Société Industrielle du Nord de la France en 1898** *(Programme du)* (séance du 1er juillet). . . . . 27

**pour la création d'un coffre avec prise de courant universelle pour le ravitaillement des automobiles électriques** (séance du 18 novembre) . . . . . 185

**des voitures de place Automobiles organisé par l'Automobile-Club de France**, Paris, 1898. Rapport du Jury, par M. G. Forestier (Extrait du *Génie Civil*) (séance du 1er juillet) . . 31 et 199

**Congrès :**

**de l'American Institute of Mining Engineers, à Buffalo, du 18 au 21 octobre 1898** (séance du 7 octobre). . . . . 41

**de l'Association française pour l'avancement des Sciences** *(Invitation de M. le Président des 3e et 4e sections du)* (séance du 1er juillet) . . . . . 27

**d'hydrologie, de climatologie et de géologie, à Liège, du 25 septembre au 3 octobre 1898** (séance du 22 juillet) . . . 34

**de navigation de Bruxelles** *(Compte rendu du)*, par M. J. Fleury (séance du 4 novembre) . . . . . 179

**des Sociétés Savantes, à Toulouse, en 1899** *(Programme du)*. Communiqué du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Délégués de la Société : MM. P. Gassaud, A. Girard, A.-J. Roques (séance du 7 octobre). . . . . 41

**pour l'unification des filetages** *(A propos du)*, par M. F. Kreutzberger (séance du 18 novembre). Mémoire. . . . . 195 et 342

Digitized by Google

**national des Sociétés françaises de géographie à Alger, pendant les vacances de Pâques, en 1899** (séance du 2 décembre) . . . . . 471

**Décès :**

De MM. F. Bauer, G. Engelmann, P. Garnier, E. Schwartzweber, A. Pollok, A. Bert, E.-F. Delaperrière, A.-P. Doyen, A. Fernique, Ch. Grébus, E.-H. Lacaille, P. Labouverie, L.-A. Lambert, F. Parent, E.-V. Pierron, J.-A. Crouet, A.-E. Hardon, A. de Méritens, N. Raffard, L.-G.-J. Berger, E. Deligny, A.-E.-A. Lamarle, A.-A. Mondollot, F. Pauwells, J.-M. Prudon, P. Sazerac, P. Berthot, A. Chatard, A. Decaux, N.-A. Dujour, H. Scellier (séances des 1er et 22 juillet, 7 et 21 octobre, 4 et 18 novembre et 2 décembre). 25, 32, 39, 58, 175, 184 et 470

**Décès de Madame Léon Molinos** (séance du 4 novembre) . . . . . 175

**Décorations françaises :**

Officier de la Légion d'honneur : M. Grelley.

Chevaliers de la Légion d'honneur : MM. E. Stein, H. Boucheron, H. Desmons, P.-E. Ory, P. Vincey.

Officiers de l'instruction publique : MM. A. Droit, Ch. Labro, A. Tresca, H.-A. Legénisel, G. Darrieus.

Officiers d'académie : MM. Fischer, Morand, de Seprès, E. Falgairolle, A. Coze.

Officier du Mérite agricole : M. A.-E. Simon.

Chevaliers du Mérite agricole : MM. J. Carimantrand, Ch. Jablin-Gonnet, A. Philippe. A.-Ch. Thiré, L. Courtier.

**Décorations étrangères :**

Grand officier du Lion et du Soleil de Perse : M. G. Canet.

Commandeur de Saint-Stanislas de Russie : M. P. Carpentier.

Commandeur du Nicham Iftikar : M. F. Arnodin.

Officier du Cambodge : M. J.-M. Bel.

Officier de l'Osmanié : M. L. Chevalier.

(Séances des 1er et 22 juillet, 7 et 21 octobre, 18 novembre et 2 décembre). 25, 33, 40, 58, 185 et 470

**Dons :**

**de 50** *f fait à la Société par M. Alfred Chevalier* (séance du 1er juillet). 26

**de 10** *f fait à la Société par M. Fiévé* (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**de 36** *f fait à la Société par M. P. Boutain* (séance du 4 novembre) . 176

**de la collection des bulletins de la Société depuis 1864 jusqu'à 1891** fait par Mme Veuve Joyant (séance du 2 décembre). 471

**Dynamométrique** *(Le Tendeur)*, de M. Louis Simon, par M. A. Lavezzari (séance du 21 octobre). . . . . 70

**Eaux de Rio** *(Projet de réorganisation du service des)*, Communiqué de M. le Ministre du Commerce, des Postes et des Télégraphes (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**École industrielle dans la République Argentine** *(Avis de la construction d'une)*. Communiqué du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (séance du 21 octobre) . . . . . 58

Digitized by Google

**École spéciale d'Architecture** *(Ouverture de l')*. Lettre de M. Émile Trélat (séance du 4 novembre). . . . . 177

**Élection des Membres du Bureau et du Comité pour l'exercice 1899** (séance du 16 décembre). . . . . 484

**Électricité, la vapeur, le pétrole dans les automobiles** *(L')*, par M. R. Soreau (séances des 1er et 22 juillet). . . . . 31 et 35

**Embouchures de rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul** *(Amélioration des)*, par M. Da Costa Couto (séance du 7 octobre) . . . . . 41

**Essai des métaux employés dans les travaux publics** *(Appareils nouveaux pour l')* par Ch. Fremont . . . . . 506

**Études et travaux exécutés de 1885 à 1897 par la Société Italienne des chemins de fer de la Mediterranée.** *Analyse par M. L. de Longraire* (séance du 7 octobre). Mémoire . . . . . 45 et 358

**Exposition internationale industrielle et minière à Coolgardie** *(Australie occidentale) en mars 1899* (séance du 4 novembre). . . . . 176

**Exposition à la Haye, le 9 juillet 1898** (séance du 1er juillet). . . 27

**Fiacres automobiles** *(Rapport sur le concours des)*, par M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées G. Forestier (séance du 1er juillet). Mémoire . . . . . 31 et 199

**Filetages** *(A propos du Congrès pour l'unification des)*, par M. F. Kreutzberger (séance du 18 novembre). Mémoire. . . . . 195 et 342

**Géologie appliquée** *(Conférence sur la)*. Lettre de la Société Géologique de France (séance du 4 novembre) . . . . . 176

**Hommage à M. le Président A. Loreau** *(Médaille d'or)*. — Allocution de M. le Sénateur F. Reymond. — Réponse de M. le Président A. Loreau (séance du 1er juillet) . . . . . 27 et 29

**Hydro-électrique au Mont-Dore** *(Nouvelle installation)*, par M. A. Lavezzari et observations de M. A. Lencauchez (séance du 4 novembre). Mémoire . . . . . 72 et 177

**Installation hydro-électrique au Mont-Dore** *(Nouvelle)*, par M. A. Lavezzari et observations de M. A. Lencauchez (séance du 4 novembre). Mémoire . . . . . 72 et 177

**Instruments de mesure pour faciliter les recherches** *(Collection d')*. (Demande de M. W. Grossetesie qu'il soit établi, au siège de la Société, une) (séance du 1er juillet). . . . . 27

**Interrupteur de courant primaire des transformateurs Wydts-Rochefort,** par M. O. Rochefort (séance du 2 décembre). Mémoire . . . . . 475 et 496

**Lettre de M. Léon Appert au sujet du décès de M. A. Pollok** (séance du 22 juillet) . . . . . 32

**Lettre de M. P.-M. Jullien** *rappelant le nom de son père qui a été omis au chapitre de la métallurgie dans le volume du Cinquantenaire* (séance du 21 octobre) . . . . . 58

**Marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul** *(Amélioration des embouchures de rivière à faible)*, par M. Da Costa Couto (séance du 7 octobre). . . . . 41



Digitized by Google

**Médaille d'or.** — *Hommage à M. le Président A. Loreau.* — *Discours de M. le Sénateur F. Reymond.* — Réponse de M. le Président A. Loreau (séance du 1er juillet) . . . . . 27

**Médaille d'or décernée à M. M.-L. Langlois, par la Société des Anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers** (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**Membres nouvellement admis** (séances des 1er et 22 juillet, 7 et 21 octobre, 4 et 18 novembre et 2 décembre . . . . . 22, 23, 31 38, 57, 71, 171, 182, 198, 469, 478 et 484

**Mont-Dore** *(Nouvelle installation hydro-électrique)*, par M. A. Lavezzari et observations de M. A. Lencauchez (séance du 4 novembre). Mémoires. 72 et 177

**Nominations :**

De MM. J. Bocquin, C. Cavallier, A. Droit, A. Egrot, Ch. Lorilleux, P. Maunoury, E. Turbot, comme conseillers du commerce extérieur (séances des 1er et 22 juillet) . . . . . 25 et 33

De MM. H. Couriot, P. Decauville, F. Delmas, F. Reymond, comme membres du Conseil supérieur de l'Enseignement technique (séance du 1er juillet). . . . . 25

De MM. A. Simon (Cl. 19), J. Bocquin (Cl. 55), Dorémieux (Cl. 65), Fourchotte (Cl. 75), J. Coignet (Cl. 87), comme membres des Comités d'admission de l'Exposition de 1900 (séance du 1er juillet). . . . . 26

De Membres des Comités spéciaux chargés de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès internationaux de 1900 (séances des 1er juillet, 21 octobre, 4 novembre). 26, 58 et 176

De MM. A. Poirrier, comme Vice-Président du Comité supérieur de revision de l'Exposition de 1900 (séance du 1er juillet) . . . . . 26

De M. L. de Chasseloup-Laubat comme rapporteur de la Commission supérieure des Congrès internationaux de l'Exposition de 1900 (séance du 1er juillet) . . . . . 26

De M. J. Fleury, comme membre de la Commission instituée en vue de l'examen des demandes de concessions territoriales dans les possessions d'outre-mer (séance du 22 juillet). . . . . 33

De M. Th. Villard, comme membre du Conseil supérieur de l'Agriculture (séance du 7 octobre) . . . . . 40

De MM. E. Lahaye et F. Reymond, comme membres de la section permanente du Comité consultatif des chemins de fer pour 1898-1899 (séance du 7 octobre) . . . . . 40

De MM. H. Fayol, E. Gruner, E. Lahaye, Ch. Prevet, F. Reymond, X. Rogé, comme membres du Comité consultatif des chemins de fer (séance du 7 octobre). . . . . 40

De MM. A. Liébaut, L. Parent, F. Reymond, Th. Villard, comme membres du Conseil supérieur du travail (séance du 2 décembre). 471

De M. Dybowski, comme membre de la Commission chargée d'étudier toutes les questions relatives aux jardins d'essai à créer, soit dans la métropole soit dans les colonies (séance du 2 décembre). . . . . 471

De M. Eugène Schneider, comme membre de la Commission supérieure de l'Exposition universelle de 1900 (séance du 4 novembre). . . . 176

De M. A. de Madrid Davilla, comme Président, et de M. Serrat y Bonastre comme Vice-Président de l'Association des Ingénieurs Industriels de Barcelone (séance du 18 novembre). . . . . 185

Digitized by Google

**Notice nécrologique sur :**

**M. Pierre Berthot,** par M. Aug. Moreau . . . . . 556

**M. A. de Borodine,** par M. A. Mallet . . . . . 93

**M. E. Deligny,** par M. L.-L. Vauthier . . . . . 418

**M. Pascal Garnier** . . . . . 112

**M. Louis Gonin,** par M. A. Mallet . . . . . 551

**M. N. Raffard,** par M. E. Simon . . . . . 421

**Obligations au porteur, nos 767 à 772 de la Société, à vendre au pair** (séance du 22 juillet) . . . . . 34

**Ouvrages reçus et présentation d'ouvrages** (séances des 1er et 22 juillet, 7 et 21 octobre, 4 et 18 novembre, et 2 décembre) 5, 10, 26, 33, 40, 58, 167, 176, 185 et 467

**Pétrole, l'électricité, la vapeur dans les automobiles** *(Le)*, par par M. R. Soreau (séances des 1er et 22 juillet) . . . . . 31, 35

**Photographie** *(Divers moyens d'augmenter la latitude du temps de pose en)*, par M. P. Mercier et observations de M. O. Rochefort (séance du 21 octobre) . . . . . 64

**Photographie des Membres de la Société** *(Création d'un album de)*. Offre de M. Courret, photographe (séance du 18 novembre) . . . . . 185

**Planches nos 211 et 212.**

**Plis cachetés déposés à la Société :**

**Par M. R.-H. Brandon** (séance du 4 novembre) . . . . . 176

**Par M. J. Deschamps** (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**Pont-Canal de Briare et les travaux aux abords** *(Analyse de l'ouvrage de M. Mazoyer sur le)*, par M. F. Reymond (séance du 2 décembre). Mémoire . . . . . 471 et 538

**Port d'Alexandrie** *(Travaux à exécuter au)*. Communiqué du Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (séance du 22 juillet) . . . . . 34

**Port de Buenos-Ayres et le règlement dudit port** *(Notice sur le)* avec 27 vues photographiques données à la Société par M. G. Duclout (séance du 22 juillet) . . . . . 33

**Port de Montevideo** *(Projet d'établissement d'un)*. Communiqué de M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**Prise de courant universelle pour le ravitaillement des automobiles électriques** *(Concours pour la création d'un coffre avec)* (séance du 18 novembre) . . . . . 185

**Puissance motrice** *(Emploi de la vapeur comme)*, par M. Ch. Baudry, et observations de M. A. Lencauchez, et lettres de MM. Ch. Bellens, F.-L. Barbier et G. du Bousquet (séances des 7 et 21 octobre) 47, 59, 62 et 63

**Puissance motrice** *(Emploi de la vapeur comme)* (Voir *Bulletin* d'octobre, pages 47, 59, 62, 63). Lettre de M. A. Lencauchez, et observations de MM. F. Barbier et A. Lencauchez (séances des 4 et 18 novembre) 173 et 182

**Réception des Membres du Bureau par le Ministre des Travaux Publics** (séances des 22 juillet et 18 novembre) . . . 35 et 185

Digitized by Google

**Rectification au procès-verbal de la séance du 15 avril,** au sujet de l'admission à la Société, de M. A. Drion, comme membre associé au lieu de membre sociétaire (séance du 7 octobre) . . . . . 40

**Rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio Grande do Sul** *(Amélioration des embouchures de)*, par M. Da Costa Couto (séance du 7 octobre) . . . . . 41

**Situation financière de la Société** *(Compte rendu de la)*, par M. L. de Chasseloup-Laubat, trésorier (séance du 16 décembre) . . . . 479

**Tendeur dynamométrique** *(Le)*, de M. Louis Simon, par M. A. Lavezzari (séance du 21 octobre) . . . . . 70

**Traction électrique des tramways par accumulateurs à charge rapide,** par M. F. Drouin (séance du 22 juillet) . . . . . 36

**Tramways par accumulateurs à charge rapide** *(Traction électrique des)*, par M. F. Drouin (séance du 22 juillet) . . . . . 36

**Transformateurs Wydts-Rochefort** *(Interrupteurs de courant primaire des)*, par M. O. Rochefort (séance du 2 décembre). Mémoire. 475 et 496

**Travail et l'initiative privée** *(Prévention des accidents de)*, par M. H. Mamy (séance du 21 octobre). Mémoire . . . . . 67 et 87

**Travaux publics à exécuter à l'étranger.** Communiqués du Ministère des Travaux publics (séances des 1er et 22 juillet, 7 et 21 octobre) . . . . . 27, 34, 40 et 58

**Travaux publics** *(Appareils nouveaux pour l'essai des métaux employés dans les)*, par M. Ch. Fremont . . . . . 506

**Vapeur comme puissance motrice** *(Emploi de la)*, par M. Ch. Baudry, et observations de M. A. Lencauchez, et lettres de M. Ch. Bellens, F.-L. Barbier et G. du Bousquet (séances des 7 et 21 octobre). 47, 59, 62 et 63

**Vapeur comme puissance motrice** *(Emploi de la)* (Voir *Bulletin* d'octobre, pages 47, 59, 62, 63) Lettre de M. A. Lencauchez et observations de MM. F. Barbier et A. Lencauchez (séances des 4 et 18 novembre) . . . . . 173 et 182

**Vapeur, le pétrole et l'électricité dans les automobiles** *(La)*, par M. R. Soreau (séances des 1er et 22 juillet) . . . . . 31 et 35

**Voie normale et la voie d'un mètre** *(Analyse de l'ouvrage de M. J. Martin sur la)*, par M. Auguste Moreau (séance du 2 décembre). Mémoire . . . . . 473 et 525

**Voitures de place automobiles organisé par l'Automobile-Club de France, Paris 1898** *(Concours des)*. Rapport du Jury, par M. G. Forestier. (Extrait du *Génie Civil)* (séance du 1er juillet). Mémoire. 31 et 199

Digitized by Google

# TABLE ALPHABÉTIQUE

PAR

## NOMS D'AUTEURS

DES MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LE 2e SEMESTRE, ANNÉE 1898.

---


Pages

**Baignères (G.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Montillot, Inspecteur des Postes et des Télégraphes, sur la télégraphie pratique (bulletin d'octobre). . . . . 150

**Chaudy (F.).** — Bibliographie de l'étude théorique et pratique de M. le baron de Manni sur les bandages pneumatiques et la résistance au roulement (bulletin d'octobre). . . . . 150

**Chaudy (F.).** — Sur la forme des carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux (bulletin de novembre) . . . . . 333

**Chaudy (F.).** — Bibliographie de la traduction française, par MM. F. Folie et E. Ronkar, de l'ouvrage de M. R. Clausius sur la théorie mécanique de la chaleur (bulletin de décembre) . . . . . 582

**Coiseau (L.).** — Bibliographie du rapport de M. J. Massalski au VIIe Congrès international de navigation, Bruxelles, 1898 (3e section, 4e question), sur les dispositifs récents de dragues à grande puissance (bulletin d'octobre) . . . . . 153

**Couriot (H.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Albert Bordeaux sur les mines de l'Afrique du Sud, Transvaal, Rhodésie, etc. (bulletin d'octobre) . . . . . 154

**Couriot (H.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Dufrane-Demanet, traité d'exploitation des mines de houille (bulletin d'octobre) . . . . . 155

**Forestier (G.).** — Concours des voitures de place automobiles organisé par l'Automobile-Club de France, Paris, 1898. Rapport du Jury (extrait du Génie Civil (bulletin de novembre). . . . . 199

**Frémont (Ch.).** — Appareils nouveaux pour l'essai des métaux employés dans les travaux publics (bulletin de décembre) . . . . . 506

**Garnier (J.).** — Notice nécrologique sur M. Pascal Garnier (bulletin d'octobre). . . . . 112

**Gosselin (X.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Ernest Coustet sur les compteurs d'électricité (bulletin de novembre). . . . . 464

**Jannettaz (P.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. H. Becker sur le manuel d'électrochimie (bulletin d'octobre) . . . . . 155

**Kreutzberger (F.).** — A propos du Congrès pour l'unification des filetages (bulletin de novembre). . . . . 342

**Lavezzari (A.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Moritz, Ingénieur de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, Ingénieur des Constructions navales, sur le montage des machines marines (bulletin d'octobre) . . . . . 156


Digitized by Google

**Lavezzari (A.).** — Nouvelle installation hydro-électrique du Mont-Dore (bulletin d'octobre) . . . . . 72

**Longraire (L. de).** — Les chemins de fer construits en Italie de 1885 à 1897 (bulletin de novembre) . . . . . 358

**Mallet (A.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. G. Dumont sur les automobiles sur rails (bulletin d'octobre) . . . . . 157

**Mallet (A ).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. L. Périssé sur les automobiles sur routes (bulletin d'octobre) . . . . . 158

**Mallet (A.).** — Notice nécrologique sur M. A. de Borodine (bulletin d'octobre) . . . . . 93

**Mallet (A.).** — Notice nécrologique sur M. Louis Gonin (bulletin de décembre) . . . . . 551

**Mallet (A.).** — Chroniques nos 224 à 228 . . . . . 113, 429 et 560

**Mallet (A.).** — Comptes rendus . . . . . 134, 450 et 571

**Mamy (H.).** — La prévention des accidents du travail et l'initiative privée (bulletin d'octobre) . . . . . 87

**Moreau (Auguste).** — Analyse de l'ouvrage de M. J. Martin sur l'étude comparative entre la voie normale et la voie d'un mètre (bulletin de décembre) . . . . . 525

**Moreau (Auguste).** — Notice nécrologique sur M. Pierre Berthot (bulletin de décembre) . . . . . 556

**Retz (G. de).** — Bibliographie du tome I de l'ouvrage de M. Léon Gages, traité de métallurgie du fer (bulletin d'octobre) . . . . . 159

**Rey (L.).** — Notes sur la construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa (bulletin de décembre) . . . . . 485

**Reymond (F.).** — Analyse de l'ouvrage de M. Mazoyer, le pont-canal de Briare et les travaux aux abords (bulletin de décembre). . . . . 538

**Richard (G.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. H. Bouron sur les paliers et accouplements hydro-dynamométriques pour transmissions de mouvement (bulletin d'octobre) . . . . . 160

**Rochefort (O.).** — Interrupteurs électriques des transformateurs à haute tension ou pour courants continus (bulletin de décembre). . . . . 496

**Simon (Édouard).** — Notice nécrologique sur M. N. Raffard (bulletin de novembre) . . . . . 421

**Soreau (R.).** — Bibliographie de l'ouvrage de M. Christophe Volkert sur la dynamo, modèle démontable en carton, avec description (bulletin d'octobre) . . . . . 161

**Soreau (R.).** — Bibliographie du traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles, publié sous la direction de M. Ch. Vigreux par MM. Ch. Milandre et R.-P.Bouquet (bulletin de décembre) . . . . . 584

**Vauthier (L.-L.),** — Notice nécrologique sur M. E. Deligny (bulletin de novembre) . . . . . 418

*Le Gérant, Secrétaire Administratif,*
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 34-1-99. — (Encre Lorilleux).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 7 Elevation

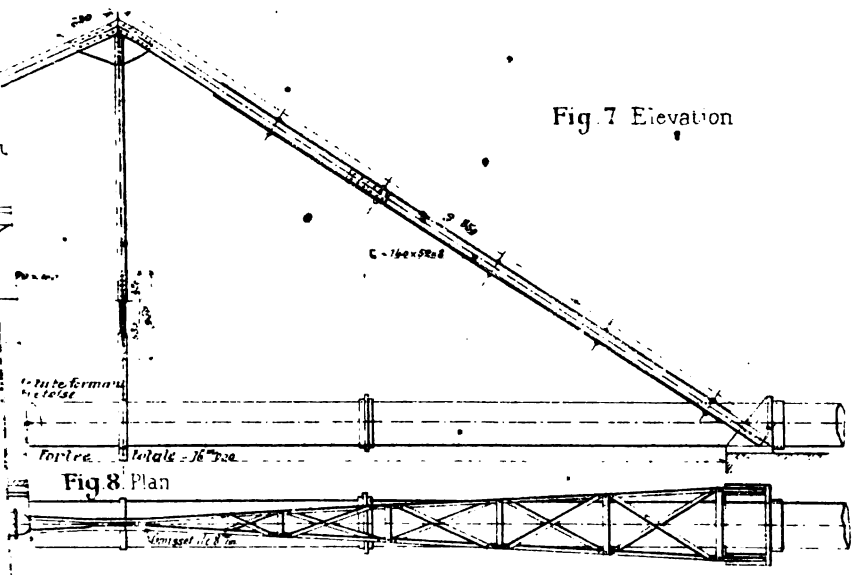


Fig. 8 Plan



Fig. 12 Coupe suivant AB

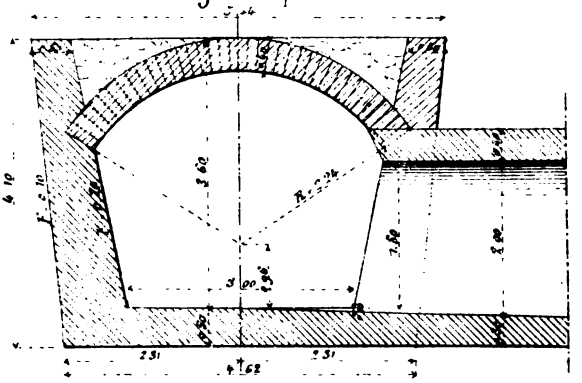


Fig. 13 et 14. Regard à l'extrémité du Canal

Fig. 13. Coupe suivant l'axe de la conduite

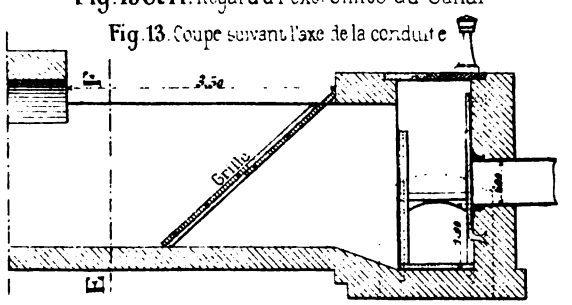
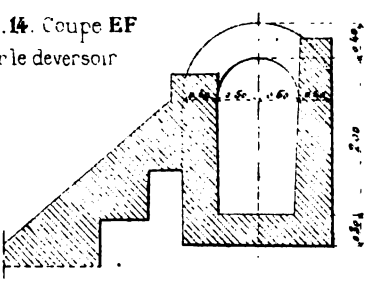



Fig. 14. Coupe EF
par le deversoir



Digitized by Google

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

Digitized by Google

Fig. 7. Elevation

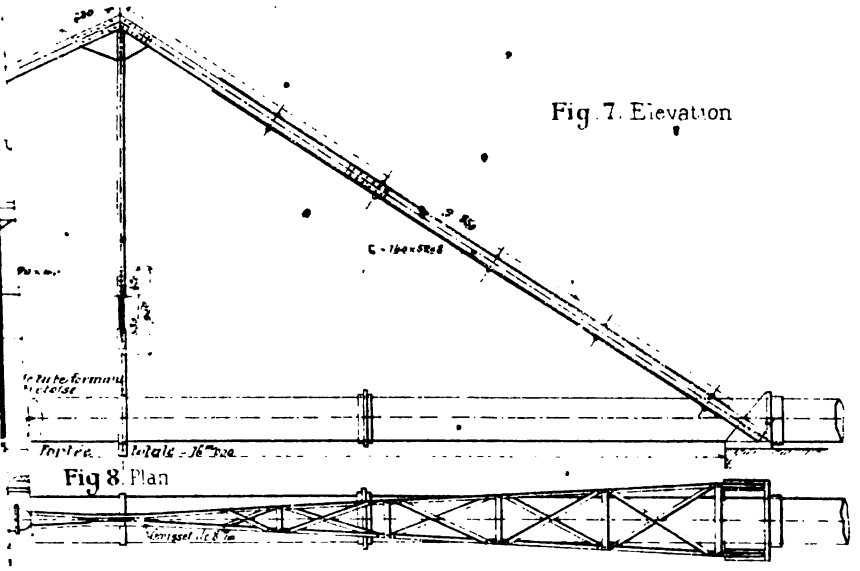


Fig 8. Plan



Fig. 12. Coupe suivant AB

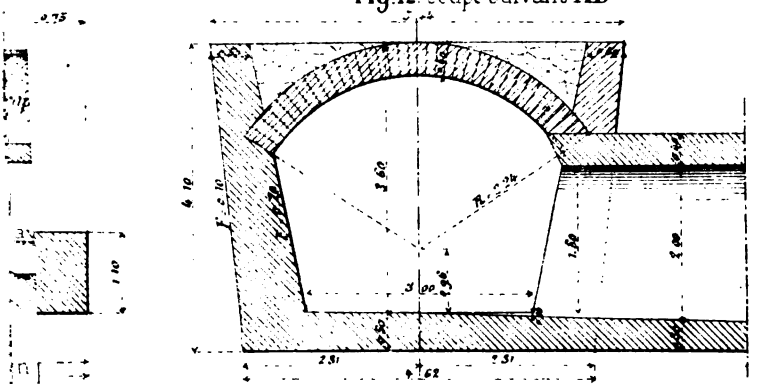


Fig. 13 et 14. Regard à l'extrémité du Canal

Fig. 13. Coupe suivant l'axe de la conduite

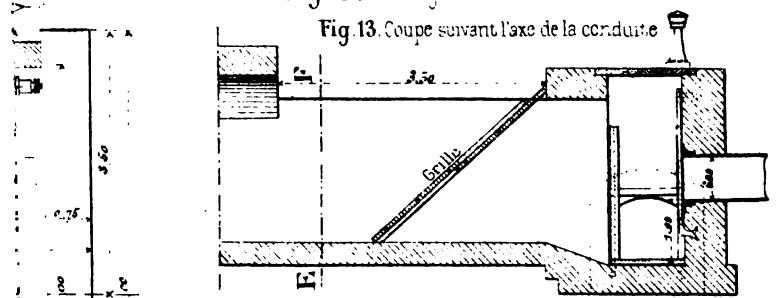
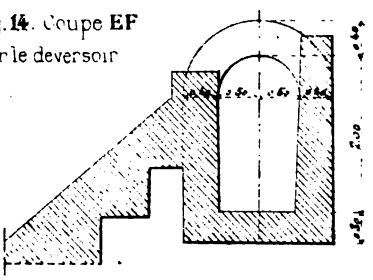



Fig. 14. Coupe EF
par le deversoir



Digitized by Google

Autc-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google